

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2010 年 10 月 7 日(07.10.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/113614 A1

- (51) 国際特許分類:
G06Q 10/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/054068
- (22) 国際出願日: 2010 年 3 月 4 日(04.03.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2009-090646 2009 年 4 月 3 日(03.04.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社日立製作所 (HITACHI, LTD.) [JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 荒宏視 (ARA, Koji) [JP/JP]; 〒3500395 埼玉県比企郡鳩山町赤沼 2 5 2 0 番地株式会社日立製作所基礎研究所内 Saitama (JP). 矢野和男 (YANO, Kazuo) [JP/JP]; 〒1858601 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁

目 2 8 0 番地株式会社日立製作所中央研究所内 Tokyo (JP). 佐藤信夫 (SATO, Nobuo) [JP/JP]; 〒3500395 埼玉県比企郡鳩山町赤沼 2 5 2 0 番地株式会社日立製作所基礎研究所内 Saitama (JP). 辻聡美 (TSUJI, Satomi) [JP/JP]; 〒3500395 埼玉県比企郡鳩山町赤沼 2 5 2 0 番地株式会社日立製作所基礎研究所内 Saitama (JP). 脇坂義博 (WAKISAKA, Yoshihiro) [JP/JP]; 〒3500395 埼玉県比企郡鳩山町赤沼 2 5 2 0 番地株式会社日立製作所基礎研究所内 Saitama (JP). 大久保教夫 (OHKUBO, Norio) [JP/JP]; 〒3500395 埼玉県比企郡鳩山町赤沼 2 5 2 0 番地株式会社日立製作所基礎研究所内 Saitama (JP). 堀井洋一 (HORII, Youichi) [JP/JP]; 〒3500395 埼玉県比企郡鳩山町赤沼 2 5 2 0 番地株式会社日立製作所基礎研究所内 Saitama (JP).

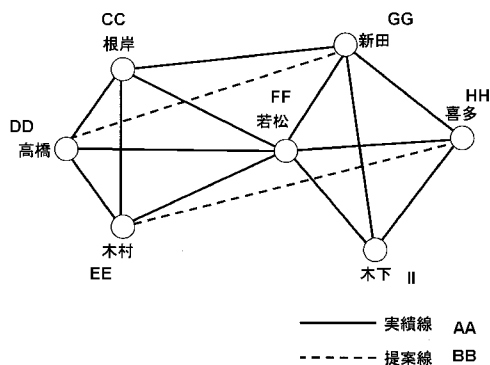
- (74) 代理人: 後藤政喜 (GOTO, Masaki); 〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目 3 番 1 号尚友会館 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

[続葉有]

(54) Title: COMMUNICATION SUPPORT DEVICE, COMMUNICATION SUPPORT SYSTEM, AND COMMUNICATION SUPPORT METHOD

(54) 発明の名称: コミュニケーション支援装置、コミュニケーション支援システム、及びコミュニケーション支援方法

図 4



AA ACTUAL ACHIEVEMENT LINE
BB PROPOSAL LINE
CC NEGISHI
DD TAKAHASHI
EE KIMURA
FF WAKAMATSU
GG NITTA
HH KITA
II KINOSHITA

(57) Abstract: Communication density within an organization is effectively increased, and triangular structures are increased in a network. A network structure of a plurality of persons is formed on the basis of data indicating communication among plurality of persons. Thereafter, a first person whose communication is to be improved is specified from the data indicating the communication, and a second person and a third person for increasing triangular structures around the first person in the network structure are specified. Then, a display data for prompting communication between the second person and the third person is output.

(57) 要約: 組織内のコミュニケーションの密度を効果的に上げ、ネットワーク上での三角形構造を増やす。複数の人物間のコミュニケーションを示すデータから複数の人物のネットワーク構造を構築する。その後、コミュニケーションを示すデータからコミュニケーションを改善する第 1 の人物を特定し、ネットワーク構造における第 1 の人物周りの三角形構造を増やすための第 2 の人物及び第 3 の人物を特定する。そして、第 2 の人物と第 3 の人物との間のコミュニケーションを促すための表示データを出力する。



BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ,

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称

5 コミュニケーション支援装置、コミュニケーション支援システム、及びコミュニケーション支援方法

技術分野

本発明は、組織内のコミュニケーションを支援するシステムに関し、特に、組織のコミュニケーションを改善する技術に関する。

10

背景技術

近年、センサ機能を搭載した小型無線センサノード（以下、センサノード）、中継機、基地局、及びセンサネット管理サーバ（以下、管理サーバ）から構成されるセンサネットワークシステムの開発が進められている。センサノードは、人又は場所の状態等（センサデータ）を観測し、観測したセンサデータを中継機によりマルチホップに中継し、基地局を経由して管理サーバに送信する。管理サーバは、受信したセンサデータに基づいて、各種処理を実行する。

センサネットワークシステムにおけるキーデバイスは、小型、低電力を特徴とするセンサノードである。センサノードは、小型であるが故に環境や人を含むあらゆるモノへ取り付けることが可能となり、低電力であるが故に外部給電することなく電池で数年間稼動させることができる。人が、センサノードを装着する取り組みも着実に進みつつあり、非特許文献1に示すように、腕輪型にして脈拍や温度を常時測定するデバイスの研究や、非特許文献2に示すように、名札型にして赤外線により人と人の対面コミュニケーション量や発話量をはかる研究などが進められている。

また、名札型のウェアラブルセンサを用いて、組織内のコミュニケーションパターンと、生産性の関係を解析しようとする研究も始まっている。非特許文献3では、オフィス内でシステムコンフィグレーションを行なう900件の業務に対し、コンフィグレーションの要求を受け取ってからコンフィグレーションが完了する

までの時間と、コミュニケーションのパタンの関係を統計的に分析している。単純なコミュニケーションの時間や人数の他、さまざまなコミュニケーションパターンを指標化し、生産性との関係を調べたところ、単純なコミュニケーション時間や人数と生産性の間には関係がないが、結束度（COHESION）という指標が高い人ほど、生産性が高いことを示している。

そもそも非特許文献3のような組織ネットワークの研究では、各従業員を1個のノードとし、かつ、従業員同士の間のコミュニケーション量をノード間のラインとするような、ネットワークグラフで組織内のコミュニケーションを表現する。ここで、ノード間のラインは、従業員間にある閾値以上のコミュニケーション量が あったときに線をひく。たとえば1日平均5分以上が意味のあるコミュニケーションと定義し、単にすれちがったり、単にあいさつを交わしたような5分未満の短時間の接触を除外する。前述の結束度は、グラフ内の各ノードに関し、それぞれのノードの周辺でのネットワークの結線密度を表すものであり、クラスタ係数（CLUSTERING COEFFICIENT）とも言われる。具体的には、あるノードに対して接続される隣接ノード同士が、どれほどの割合で接続されているかを表す指標である。あるノードAの隣接ノードがN個ある場合、N個のうちの2個ずつがすべて接続されていれば、 $N(N-1)/2$ 本の接続がある。結束度は、そのうちの実際に接続されているものの比率であり、例えば実際にM本の接続がある場合、 $M/(N(N-1)/2)$ となる。

先行技術文献

非特許文献1 Takeshi Tanaka, Life Microscope: Continuous Daily-Activity Recording System with a Tiny Wireless Sensor, IEEE International Conference on Networked Sensing Systems, June 17, 2008.

非特許文献2 Daniel Olguin Olguin, Sensible Organizations: Technology and Methodology for Automatically Measuring Organizational Behavior. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part B: Cybernetics. Vol. 39, No. 1, February, 2009.

非特許文献3 Lynn他, Mining Face-to-Face Interaction Networks Using

Sociometric Badges: Evidence Predicting Productivity in IT Configuration, International Conference on Information Systems, December 14, 2008.

発明の概要

- 5 本発明者らの研究において、ある組織における上記結束度の時間変化と、業務報告書の質の関係を調べたところ、半年間で結束度が1.5倍に向上したのと同期して、業務報告書の創造性指標が1.8倍に向上した。このように、結束度の高さが、生産性や創造性、やりがいと相関する例はさまざま存在する。同様にして他の組織固有の生産性指標や、KPIと相関しているケースは想定できる。
- 10 「結束度が低い」ということは、ネットワーク図において隣接ノード同士がつながれていない状態が多いということである。これは図形で表すと、当該ノードを中心として2つの隣接ノードとの間で、V字型の接続構造になる。一方で、
- 15 「結束度が高い」ということは、隣接ノード同士が高い比率で接続される図形上では、三角形が多く存在することになる。結束度の高い組織とは、ネットワーク上に三角形構造が多い組織と言い換えることができる。以降、本明細書では、ネットワーク上での結束度の高さと、三角形の多さを同義で説明する。三角形を増やすというのは、単純には結束度を上げるようにV字型の間にコミュニケーションを増やす、ということを意味する。
- 20 三角形構造の多さと、生産性が関係する理由としては、下記などが考えられる。たとえば、ある人の周辺に三角形が少ないと、本人が情報流通や意思決定のボトルネックになることが考えられる。三角形が多いと、たとえば一人が過負荷になったり、何らかの理由で業務に従事できなくなった場合など、急な環境の変化に対しての耐久性もあがる。また、グラフ上で三角形が形成されるひとつの手順は、ある人が、グラフ上で2パス先の人とコミュニケーションを行なったときである。
- 25 1パス先の人だけでなく、2パス先の人と頻繁にコミュニケーションをするような人が、多様な情報を入手し、高い生産性を得られる可能性がある。また、組織の中にいくつかのグループがある場合に、グループ間で三角形を増やしてゆくと、最初はわずかであったグループ間の連携が強まり、新しい業務や新しい提案などを誘発できる可能性がある。

理想的には、全員が全員とコミュニケーションすれば、三角形の数は最大になる。しかしながらコミュニケーションには時間が必要である。数十人規模の組織になると、すべての従業員と密なコミュニケーションの時間を割くことは実現が難しい。また、当然のことながらコミュニケーション以外の業務も多々ある。限られた時間を使って、限られた人と有効にコミュニケーションを行う必要がある。このような状況においては、三角形の多さと生産性に関係があることがわかって、それを実際に組織内で活用するには下記に示すさまざまな問題があり、実際の職場で増やすことは難しかった。

その第1の理由は、業務中のある時点でリアルタイムに、誰と誰がコミュニケーションすれば三角形が増えるかを、コミュニケーションを行っている当人や、組織のマネジメントを行なう管理者が把握することが難しいことである。実際にセンサデバイスを被験者に配布してコミュニケーションのネットワークを測定した上で、被験者に、自分のまわりのどこに三角形が存在するか、つまり、自分がコミュニケーションしている相手同士がコミュニケーションをしているかどうかを予想してもらったが、精度高く予測することは難しかった。

第2の理由は、誰かと誰かの間でコミュニケーションして三角形を増やす、という目標を立てても、実際に三角形が形成されたかどうかを、本人、もしくは管理者がリアルタイムに知る手段がなかった。そのため、三角形が十分形成されなかったり、三角形がすでに形成されているのに、さらに時間をかけて同じコミュニケーションを実施するという問題があった。また、意図的に増やそうとしたコミュニケーションが、実際に活発に行なわれたか否か、つまり、コミュニケーションの質を知る手段はない。そのため、単に同じ場所に居合わせたのか、それとも有意義な議論が行なわれたのかを知る術はなかった。

第3の理由は、意図的に三角形を増やそうとしても、まったく初対面の人を集めただけでは、お互いのバックグラウンドや、得意な分野がわからないなどの理由で、意識の共有に時間がかかる。限られた時間でうまく共通の話題が引き出せない、と、一時的な会話で終わり、その後の継続的なコミュニケーションに結び付けられない。お互いのバックグラウンドや興味が短期間でシェアされるようなメンバーの選定方法が必要である。

第4の理由は、業務中の活動とするためには、本業とうまく結びついた開示・運用方法が必要である。三角形を増やすためだけに時間を使って会う、という仕組みでは、本業が忙しいときに成立しなくなる。

5 第5の理由は、三角形を継続的に効率よく増やすためには、三角形をうまく増やせたケース、増やせなかったケースなどの事例が蓄積されていないことである。このような情報を蓄積して、それを次の機会に反映する必要がある。そうでないと、その場限りのコミュニケーションを積み上げるだけで、本業がうまく加速されない。

10 第6の理由は、三角形はある部署内で増やすことも必要であるが、ある部署と他の部署の間、つまり、部署間で増やすことも必要である。部署内で増やせば該部署の専門性や生産性が上がる。一方で、新しい事業や製品は部署を越えた境界で生じることも多く、部署間で増やすことにも意義がある。どちらか一方でなく、うまくバランスを取る方法が必要である。

15 以上の理由により、結束度が高い人ほど生産性が高いことは従来より知られていたが、結束度をあげることで、つまり、三角形を増やすことは現実的に困難であった。

本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、下記のとおりである。

20 組織を構成する複数の人物間のコミュニケーションを分析するコミュニケーション支援装置であって、複数の人物間のコミュニケーションを示すデータを格納する記録部と、コミュニケーションを示すデータから複数の人物のネットワーク構造を構築するネットワーク構築部と、コミュニケーションを示すデータからコミュニケーションを改善する第1の人物を特定する改善対象者決定部と、ネットワーク構造に基づいてネットワーク構造における第1の人物の周りの三角形構造
25 を増やすための第2の人物及び第3の人物を特定する結合対象者決定部とを有し、第2の人物と第3の人物との間のコミュニケーションを促すための表示データを出力する。

また、組織を構成する複数の人物それぞれが保持する複数の端末と、複数の端末から送信されるデータを処理して複数の人物間のコミュニケーションを分析す

る計算機と、からなるコミュニケーション支援システムであって、端末は、他の
端末を保持する人物とのコミュニケーションを示すデータを取得するセンサと、
コミュニケーションを示すデータを計算機に送信する送信部とを有する。計算機
は、コミュニケーションを示すデータを格納する記録部と、コミュニケーション
5 を示すデータから複数の人物のネットワーク構造を構築するネットワーク構築部
と、コミュニケーションを示すデータからコミュニケーションを改善する第1の
人物を特定する改善対象者決定部と、ネットワーク構造に基づいてネットワーク
構造における第1の人物の周りの三角形構造を増やすための第2の人物及び第3
の人物を特定する結合対象者決定部とを有する。第2の人物と第3の人物との間
10 のコミュニケーションを促すための表示データを出力する。

また、組織を構成する複数の人物間のコミュニケーションを分析するコミュニ
ケーション支援方法であって、複数の人物間のコミュニケーションを示すデータ
を格納し、コミュニケーションを示すデータから複数の人物のネットワーク構造
を構築し、コミュニケーションを示すデータからコミュニケーションを改善する
15 第1の人物を特定し、ネットワーク構造に基づいてネットワーク構造における第
1の人物の周りの三角形構造を増やすための第2の人物及び第3の人物を特定し、
第2の人物と第3の人物との間のコミュニケーションを促すための表示データを
出力する。

本発明により、限られた時間で組織内のコミュニケーションの密度を効率的に
20 上げ、ネットワーク上での三角形構造を増やすことができる。これにより、組織
の生産性向上や、個々人のモチベーション向上などが可能になる。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の第1の実施の形態のセンサネットワークシステムの構成の一
25 例を示す図である。

図2は、本発明の第1の実施の形態のセンサデータを格納するテーブルの構成
の一例を示す図である。

図3は、本発明の第1の実施の形態の結合度、結合対象者を計算する一例のフ
ローチャートである。

図4は、本発明の第1の実施の形態のコミュニケーションを提案する画面の一例を示す図である。

図5は、本発明の第1の実施の形態のコミュニケーションを提案する画面の一例を示す図である。

5 図6は、本発明の第2の実施の形態の達成度を計算する一例のフローチャートである。

図7は、本発明の第2の実施の形態のコミュニケーションの達成度を表示する画面の一例を示す図である。

10 図8は、本発明の第2の実施の形態のコミュニケーションの達成度を表示する画面の一例を示す図である。

図9は、本発明の第2の実施の形態のコミュニケーションの達成度を表示する画面の一例を示す図である。

図10は、本発明の第2の実施の形態の活性の判定と動作交換回数を計算する一例のフローチャートである。

15 図11は、本発明の第2の実施の形態のコミュニケーションの質を表示する画面の一例を示す図である。

図12は、本発明の第3の実施の形態の媒介者およびチーム割り当てを行う一例のフローチャートである。

20 図13は、本発明の第3の実施の形態の媒介者およびチーム割り当てを表示する画面の一例を示す図である。

図14は、本発明の第4の実施の形態の業務割り当てを実施する一例のフローチャートである。

図15Aは、本発明の第4の実施の形態の活動履歴と活動成績を格納する一例のフローチャートである。

25 図15Bは、本発明の第4の実施の形態の活動履歴のデータベースの一例を示す図である。

図15Cは、本発明の第4の実施の形態の活動成績のデータベースの一例を示す図である。

図16は、本発明の第4の実施の形態のコミュニケーションの実績と予測を比

較する一例のフローチャートである。

図 1 7 A～図 1 7 Hは、本発明の第 4 の実施の形態のコミュニケーションの実績と予測を比較表示する画面の一例を示す図である。

5 図 1 8 は、本発明の第 3 の実施の形態のコミュニケーションの実績と予測を表示する画面の一例を示す図である。

図 1 9 は、本発明の第 3 の実施の形態の組織の指標の変化を表示する画面の一例を示す図である。

図 2 0 は、本発明の第 3 の実施の形態のフロー状態の行動を学習する一例のフローチャートである。

10 図 2 1 は、本発明の第 3 の実施の形態の結合度とフロー状態から組織の総合状態を計算する一例のフローチャートである。

図 2 2 は、本発明の第 1 の実施の形態の基地局のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

15 図 2 3 は、本発明の第 1 の実施の形態の管理サーバのハードウェア構成の一例を示すブロック図のである。

図 2 4 は、本発明の第 3 の実施の形態の複数部署を対象としたチーム割り当ての一例を示す図である。

図 2 5 は、本発明の第 3 の実施の形態の組織間チーム数を判定する一例のフローチャートである。

20

発明を実施するための形態

25 本発明は、組織を構成する人物間の現状のコミュニケーションを示すデータを分析することにより、組織のコミュニケーションを改善するものである。特に、組織の生産性に相関が強い結束度、すなわち、三角形構造に着目して、コミュニケーションを増やすことが望ましい人物を抽出して、三角形構造を増やすことを促し、提案することを特徴とする。

より具体的には、対面コミュニケーションを随時記録し、そこから組織ネットワークを解析して、どの二者間にコミュニケーションを増やせば三角形が増えるかを自動で解析してペアを作成し、ディスプレイ、web、センシングデバイス

上に作成されたペアをリアルタイムに表示することによって、コミュニケーションすべき当人や、その人を管理するマネージャに提案をする。

5 また、提案したコミュニケーションの出現を常に監視し、提案したコミュニケーションが実際に行なわれた場合には、ディスプレイやweb、センシングデバイス上にリアルタイムに表示して、当人や、マネージャに通知する。また、コミュニケーションを示すデータと、作業者の活性度を検出して、対面時の個々人の活性度や、メンバの会話の質を判定する。

10 さらに、コミュニケーションを増やしたい2人に加えて、2人とコミュニケーションが多い人、つまり共通の知り合いとなる人をネットワーク情報から判別する。そして、その人にコミュニケーションのホスト、議論のリーダーおよびファシリテータとしての役割を与える。このホストを含めた計3人に対し、コミュニケーションを促す情報をディスプレイやweb、センシングデバイス上にリアルタイムに表示する。このホストの役割を与えることにより、残りの2人の共通する話題や関心事を早期に引き出すことが可能になる。

15 さらに、組織において必要な業務に関する情報と、実際のコミュニケーションの情報から算出される増やすべきコミュニケーションの情報に基づいて、メンバを各チームに定期的に割り当て、実際に業務を実施しながら、組織における三角形を効率的に増やす。

20 さらに、提案したコミュニケーションをモニタリングし、そのコミュニケーションの活性度を、参加者個々人の評価や、ホストの評価として記録する。次のコミュニケーションメンバを決める際に、この記録した情報に基づいて、三角形コミュニケーションやそのファシリテーションが得意な人や不得意な人を判別し、メンバの選定に反映する。これによって、継続的に効率よく三角形を増やすことが可能になる。

25 上述した人物間のコミュニケーションを示すデータとしては、センサデバイスで取得した対面情報、PCや携帯電話のログから得られるメールの送受信情報、チャットの履歴情報などを用いることができる。以下の実施例では、センサデバイスで取得した対面データを例に説明する。

実施形態 1

以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら詳細に説明する。なお、同一符号を付した構成要素は、同一または類似の構成を示すものである。

図 1 に、本システムの基本構成を示す。作業者 WKR 1 は、腕輪や名札に実装
5 されたセンサノード SN 0 を保持する。センサノード SN 0 内では、プロセッサ
回路 CPU 0、無線回路 RF 0、音・加速度・温度・赤外線などの情報を取得す
るセンサ SNS 0、センシングプログラム MS 2 を格納するメモリ MEM 0、ボ
タン IN 0、LCD・LED・ブザーなどの出力装置 OUT 0 が、インターフェ
ース BUS 0 によって接続される。SN 0 は無線通信を行うアンテナ ANT 0 を
10 備える。赤外線センサにより、腕輪型の場合には脈拍、名札型の場合には正対す
る赤外線デバイスとの対面が検出できる。つまり、作業者 WKR 1 と別な作業者
WKR 2 が二人とも名札型のセンサノード SN 0 を装着して対面した場合、赤外
線通信 CV 1 より、互いの対面コミュニケーションを検出できる。センサノード
SN 0 でセンシングした情報は無線通信 WC 1 により、もしくは、中継機 RT 1
15 を介した無線通信 WC 2 および WC 3 により、基地局デバイス BS 1 に送られる。
センサノード SN 0 をデバイス CR 1 に接続し、有線接続 C 1 によりデータを送
信してもよい。デバイス CR 1 を、充電器として兼用することも可能である。基
地局 BS 1 が受け取った情報は、有線ネットワーク LAN 1 を介して、管理サー
バ SV 1 のセンサデータベース SD 1 に格納される。管理サーバ SV 1 にはその
20 他に、後述する各処理によって求められる各データを格納したデータベース SD
2 を有する。管理サーバ SV 1 は図のように一つのデバイスでもよいし、データ
SD 1 を格納するデータサーバと、他のデータ SD 2 および処理プログラム PE
1 を格納するアプリサーバに分けて実装してもよい。

また LAN 1 には、作業者が利用するコンピュータ PC 1 が有線もしくは無線
25 LAN にて接続される。おなじく LAN 1 には、取得したデータを表示する PC
3 および PC 4 が接続される。PC 3 は、ディスプレイ DISP 1 に接続され、
サーバ SV 1 に収集したデータを表示する。同様に、PC 4 にはディスプレイ
DISP 2 が接続され、データを表示する。異なるディスプレイには、同じコンテ
ンツを表示してもよいし、そのディスプレイが置かれた部屋に勤務する作業者の

情報のみを表示してもよい。

基地局BS1には、カメラCO1、マイクMI1が接続され、別な作業者WKR2との会話CV1は、マイクMI1によりセンシングSNS1される。

5 作業者がアンケートES1に記入W1した作業品質や満足度などの結果は、人手またはOCRなどによって電子化EL1され、サーバSV1に格納される。

赤外線発信装置BC1およびBC2は、赤外線BIR1およびBIR2を一定間隔で発信する装置であり、会議室や実験室、喫茶室などの場所に設置する。その正面で名札型のセンサデバイスSN0を装着した作業者WKR1が作業をする
10 と、センサノードSN0により赤外線BIR1およびBIR2を検出できる。その情報を、無線通信WC1により送信することで、管理サーバでは各作業者の作業場所を知ることが可能になる。

また管理サーバSV1には時刻を管理するNTPサーバNTPSが格納され、インターネット上の標準時刻などを定期的に参照するなどして正確な時刻を管理する。

15 メールサーバMAILSV1では、作業者が受け取ったメールおよび送信したメールを保管する。

プログラムPE1には、SD2に格納される各データを作成する、後の実施形態で示す各種処理プログラムが格納される。

図22は、図1のセンサネットワークシステムにおける基地局BS1のハードウェア構成の一具体例を示した図である。
20

基地局は、無線送受信を行う無線送受信部（RF Transceiver）401、表示部（Display）402、ボタン（Button）403、センサ（Sensor(s)）404、マイコン（Micro Processor）405、絶対時刻を持つリアル・タイム・クロック（Real-time Clock）406、揮発性メモリ（Volatile Memory）407、不
25 揮発性メモリ（Nonvolatile Memory）408、読み出し専用メモリ（Read-Only Memory）409、電源供給回路（Power Supply Circuit）410、IPネットワーク（IP Network）を介して管理サーバSV1と通信を行うためのLAN通信インターフェース（LAN I/F）412を備える。なお、揮発性メモリ407中には、現在稼働中のデバイスとその種類を把握し管理するために必要な、

バイディング・テーブル (Binding Table) 4 1 1 が記憶される。バイディング・テーブル 4 1 1 には、登録されているノードが中継機かセンサノードかを記憶している種類記憶域 8 0 9 と、ノードに一意に付与されるノード I D 8 1 0 が保存されている。

- 5 なお、中継機 R T 1 は、L A N 通信インターフェースは備えないだけで、その他のハードウェア構成は、基地局のハードウェア構成と同じである。

図 2 3 は、図 1 のセンサネットワークシステムの管理サーバ S V 1 のハードウェア構成の一具体例を示したブロック図である。

- 10 センサネット管理サーバ S V 1 は、処理部 (C P U) 5 0 1、外部通信部 5 0 2、電源 5 0 3、ハードディスクドライブ 5 0 4、ユーザからの命令をするための入力装置であるキーボード 5 0 5、表示装置であるディスプレイ 5 0 6、及びメモリ 5 0 7 を備える。

- 15 センサネット管理サーバ S V 1 は、外部通信部 5 0 2 を経由し、基地局 1 が中継機 R T 1 を介してセンサノード 1 から収集したデータの受信、および基地局 1 へコマンドの送信を行う。C P U 5 0 1 は、メモリ 5 0 7 に記憶されたミドルウェア等のプログラムを読み込み、プログラムの指示に従って各実施形態で説明する各種処理を行う。また、C P U 5 0 1 は、外部通信部 5 0 2 を通じて取得した観測値などのデータの加工を行い、ハードディスクドライブ 5 0 4 へデータを蓄積したり、ディスプレイ 5 0 6 に表示したりする。この管理サーバ S V 1 で実行
20 される加工・表示の具体例は後述する。また C P U 5 0 1 は、キーボード 5 0 5 から入力されたユーザコマンドの解釈を行い、外部通信部 5 0 2 を通じて基地局 1 へ配信する。

- 25 図 2 は、管理サーバ S V 1 に格納されたセンサデータのデータベース S D 1 の構成とデータの例を示す図である。データベース S D 1 は、センサデータ、作業者が利用するセンサデバイスの識別情報、作業者の識別情報などを対応づけて管理する。

テーブル T I R は、温度データ、照度データ、および赤外線検出データを対応づけて格納するテーブルである。列 R M A C I D には、デバイスのネットワークアドレスを格納する。列 R U P T M には、データをテーブル S D 1 に格納した

時刻を記録する。列RGWADには、無線でデータを受信した基地局デバイス（たとえばBS1）の識別子を格納する。列RAPHDには、センサデバイスの種別を格納する。たとえば腕輪型デバイスでは”1”、名札型デバイスでは”2”などを格納する。列RDATYには、無線パケットに格納したデータの種別を格納する。たとえば温度データ、照度データ、および赤外線検出データをセ
5 ットで格納したデータには”1”、加速度データには”2”、音声データには”3”などを格納する。列RSENUには、センサデバイスでフレームの送信順に0000からFFFFまで付与し、FFFFの次は0000にリセットする周期的カウンタである。分割フレームを結合した場合は、最初のフレームのシーケ
10 ス番号を格納する。列RSAIDには、同一センシング周期にサンプリングしたデータを含む分割フレームには、同一のサンプリング識別子を付与する。列ROBPEには、センサデバイスの現在のセンシング間隔を格納する。列RSEPEには、センサデバイスの現在の無線送信間隔を格納する。間隔を表す数値でもよいし、センシング間隔の何倍かという値でもよい。列RSARAには、センサ
15 バイスにおけるセンサデータの取得周期を格納する。列RSANUには、ノードの現在のサンプリング回数を格納する。列RUSIDには、本デバイスを利用する利用者の識別IDを格納する。列RFRNUには、フレームが複数に分割された場合、合計n分割フレームなら、n, n-1, n-2, …3, 2, 1と降順に付与する。列RFRNUが”1”の場合は、最終分割フレーム0は、256番
20 目を表す。列RFRSIには、分割で送信される一連のフレームの合計個数を格納する。列RTISTには、本データをセンサで取得した時のセンサデバイスの時刻を格納する。列RTEMPには、センサデバイスで取得した温度データを格納する。列RLUXには、センサデバイスで取得した照度データを格納する。列RBALEには、センサデバイスのバッテリー残量を示す値、たとえば電源電圧を格
25 納する。列RLQIには、センサデバイスと基地局間の無線通信品質を示す値、たとえばLQI（LINK QUALITY INDICATOR）を格納する。列RIRDSには、本データに格納する赤外線データの検出数を格納する。列RIRには、センサデバイスで取得した赤外線データを格納する。

テーブルTACC1は、テーブルTIRの赤外線などのデータの代わりに、加

速度センサのデータを格納する。列R M A C I Dから列R T I S Tまでの間は、テーブルT I R 1と同様の内容を格納する。列R A C D Sには、本データに格納する加速度データの検出数を格納する。列R A C Cには、センサデバイスが取得した加速度データを格納する。

- 5 テーブルT V O 1は、テーブルT I Rの赤外線などのデータの代わりに、音声のデータを格納する。列R M A C I Dから列R T I S Tまでの間は、テーブルT I R 1と同様の内容を格納する。列R V O D Sには、本データに格納する音声データの検出数を格納する。列R V O D Aには、センサデバイスで取得した音声データを格納する。
- 10 実施例1のシステムでは、対面ネットワークに関する指標として、ある期間の赤外線の対面検出数をコミュニケーションの数として、コミュニケーションの数を算出する。時間としては、24時間や1週間といった一定の間隔を設定してもよいし、期間が定められた業務プロジェクトであれば、プロジェクト開始から対象時刻までの全期間を対象としてもよい。ここでは業務サイクルが1日単位であるものを対象に、過去24時間を範囲とする計算方法を説明する。図3に、この処理のフローを示す。
- 15

各作業のある時刻 t における結束度は、以下に説明する対面マトリクス作成処理B M E A、隣接者検出処理B M E C、隣接者間結合度検出処理B M E Dにより求める。対面マトリクスとは、 n 人の作業の各2者間での対面回数を $n * n$ の行列で表現したものである。行には作業1から作業 n が順番に割り当てられ、また列にも同様に作業1から作業 n が順番に割り当てられる。もし、作業 i と作業 j の間にコミュニケーションが m 回ある場合、行 i 列 j に値 m が入れられる。

20

対面マトリクス作成処理B M E Aではまず、テーブルT I Rを参照して、当該時刻 t と、対象期間である過去24時間前（ $t - 24$ 時間）の間の赤外線検出データT I R 1を抽出したリストを作成する。次にそのリストから、ある作業 i と別な作業 j の間のコミュニケーション回数の合計を求め、その値を対面マトリクスB M E 1の行 i 列 j に格納する。この回数の決め方には、単純にセンサーS N Oで赤外線を検出した数を格納する方法と、それを時間に換算して格納

25

する方法がある。後者は、たとえば最小単位を1分として、何分間対面したかを格納する。同じ1分以内に何度対面してもコミュニケーション回数は1である。以後、本実施例では後者を例に説明する。これをすべての*i*および*j*について行い、対面マトリクスBME 1を完成させる。

- 5 次の隣接者検出処理BME Cでは、ある作業員*i*に関し、*i*と直接コミュニケーションしている人を抽出した隣接者リストBME 3を作成する。作業員*i*と直接コミュニケーションしている人は、対面マトリクスBME 1の行*i*の中で、値が0より大きい列を検出することによりわかる。たとえば、作業員1が、作業員2、作業員3、作業員5の3人とコミュニケーションがあった場合、{2, 3, 5}というリストBME 3が作成される。

- 10 次の隣接者間結合度検出処理BME Dではまず、リストBME 3から要素を2つずつ取り出し、その間にコミュニケーションがあるか否かを判定する。たとえば作業員1に対する隣接者リスト{2, 3, 5}からは、{2, 3}、{2, 5}、{3, 5}という全3組が取り出される。その各要素に関し、対面マトリクスBME 1の当該セルの値が0より大きいかな否かを調べる。たとえば{2, 3}に対しては、対面マトリクスBME 1の行2列3、および必要であれば行3列2の要素を調べ、その値が0より大きければコミュニケーションあり、0であればコミュニケーションなしとみなす。ここでコミュニケーションありと判定された要素数を、全ペア数で割った値を、隣接者間結合度リストBME 4の作業員*i*の結合度とする。たとえば上記{2, 3}、{2, 5}、{3, 5}のうち、2ペア{2, 3}、{2, 5}にはコミュニケーションがあるが、{3, 5}にはコミュニケーションがないため、 $2/3$ (0.67)を作業員*i*に関する結合度とし、隣接者間の結合度リストBME 4の要素*i*に格納する。これをすべての作業員に関して算出することで、結合度リストBME 4を完成させる。このリストの値が各作業員のある時刻*t*における結束度の値となる。

25 コミュニケーションすべき人を特定する方法として、この結合リストを用いて、結合度の低い人、つまり、周辺に三角形が少ない人の近辺のコミュニケーションを改善する方法が考えられる。たとえば図3の結合リストのように、作業員5の結合度が他の作業員よりも低いという状況だとする。これは、作業員1、2のま

わりには、作業者5よりも三角形が存在することを意味する。したがって、改善対象者決定処理BMFCでは、作業者5を選択する。このように、相対的に結合度が低い人物を改善対象者として決定することもできるし、ある閾値を予め定め、当該閾値よりも小さい結束度を有する人物を改善対象者として決定することもできる。

次に結合対象者決定処理BMFDでは、改善対象者決定処理BMFCで選ばれた作業者5の結合度を向上するために、コミュニケーションすべき2人を特定する。作業者5の結合度をあげる一番単純な方法は、結合度の定義から、ネットワークグラフBMF2上で作業者5とコミュニケーションのある作業者のうち、互いの間にコミュニケーションのない2人を特定し、その2人の間でのコミュニケーションを成立させることである。ここで特定された2人を、結合対象者リストBMF5に格納する。なお、ネットワークグラフBMF2は、対面マトリクスを用いてネットワークグラフ作成処理BMFBにより、作成される。その作成方法は、ばねモデルなど公知の手法を用いることができる。

以上の方法は、結合度に基づいて改善対象者を決めた後、結合対象者を決定する方法であるが、他のアルゴリズムによって求めても構わない。たとえば一つの方法は、三角形がいくつ増加するかを評価指標として、結合対象者を決定する方法である。たとえば図3においては、作業者2と4の間にコミュニケーションが成立すると、新しい三角形が、作業者2-4-5と、作業者2-4-6で2つ同時にできる。このように、コミュニケーションが成立した場合に増加する三角形数をネットワークグラフから算出し、増加する三角形数が最も多いコミュニケーションを優先して結合対象者を決定することで、効率よく三角形を増やすことが可能になる。

以上のような方法で求めた結合対象者リストの情報を、コミュニケーションを促す情報として、管理サーバは、ディスプレイ、web、センシングデバイス上にコミュニケーションを促す情報を含む表示データをリアルタイムに出力し、コミュニケーションすべき当人や、その人を管理するマネージャに提案をする。

図4は、ディスプレイでの表示例である。実際にコミュニケーションがあった2者間は、実績線として、たとえば実線で描画する。一方で、図3に示すフロー

によって求めた結合対象者間には、提案線として、異なる種類の線で描画する。たとえば色を変えたり、点滅表示したりする。図4では点線で表示する例を示している。図4は、例えば、喜多氏と木村氏の間でコミュニケーションを増やす、という提案を意味する。

- 5 このように、赤外線データから得られる対面情報に基づいてネットワーク構造を分析し、結合対象者すなわちコミュニケーションをすべき人物を抽出し、表示する。このような表示方法によって、コミュニケーションすべき当人や、作業者を管理するマネージャが、限られた時間の中でリアルタイムに、誰と誰がコミュニケーションをすれば三角形が増えるか、次に誰と誰がコミュニケーションすることが望ましいか、ということを把握することが可能になる。

- 10 図5は、図4と同様の情報を、表示量の少ないセンサデバイスや、テキスト情報しか送れないEメールなどで送る際の実施例である。まず、図3と同じようにして改善対象者と結合対象者を決定する。次に、改善対象者リストに基づき、結合対象者となった各作業者のデバイスに対して、該作業者が結合すべき相手の情報と、その結合によって結合度が改善される作業者の情報を図5のようなメッセージD1に加工して送信する。図5では、センサデバイスSN0を装着している喜多氏に対して、木村氏とコミュニケーションを増やすことを提案し、それにより若松氏の結合度が改善されることを通知する例を示している。このように、センサデバイスSN0を装着している作業者は、センサデバイスの表示画面に表示
- 15 されるメッセージを見ることによって、自分が誰とコミュニケーションすべきかをリアルタイムで知ることが可能になる。また、それによって誰の生産性向上に寄与できるかを理解し、コミュニケーションすべきか否かを判断することが可能になる。

25 実施形態2

図6は、本発明の第2の実施の形態である、提案したコミュニケーションが実際に行われたか否かを判断するシステムの例を示す図である。本実施例では、図4や図5で提案したコミュニケーションが、実際に発生したか否かを判定することを特徴とする。図3に示すフローと同様に、赤外線データからネットワークグ

ラフBMF 2を定期的に作成する。

次に、達成判定処理BMFEでは、図3で作成した結合対象者リストの情報を順に走査し、提案した結合対象者間にコミュニケーションが成立しているか否かをネットワークグラフBMF 2に基づき判定する。もしも、結合対象者間にコミュニケーションがあれば、それを達成リストBMF 6に格納する。図6では、結合対象者リストのうち改善対象者5、結合対象者1、4の場合について、ネットワークグラフから結合対象者1と4の間でコミュニケーションが成立したことを検出し、達成リストBMF 6に格納した例を示す。なお、コミュニケーションが成立したか否かの判定においては、所定回数以上のコミュニケーションがあった場合に、コミュニケーション成立と判定してもよい。

図7は、図6に示す達成判定により求めた情報を、コミュニケーションすべき作業員たちや、その人を管理するマネージャ向けに、ディスプレイ等に表示した例である。提案時には、図4に示すように、喜多氏と木村氏との間、及び、新田氏と高橋氏との間に提案線が描かれていた。ここで、図6で求めた達成リストを参照し、実際にコミュニケーションが行われたペアを把握し、その2者間を達成線として、図4の実績線とも提案線と異なる種類の線で描いて表示する。図7では、達成線は一点鎖線で表示されており、これは喜多氏と木村氏の間でコミュニケーションが成立したことを意味する。この結果、図4で提案したものの、コミュニケーションが増えなかったペアは、提案線のままで表示される。例えば、図7では、高橋氏と新田氏の間は依然提案線で表示してある。これらの結果を見ることによって、作業員やマネージャは、提案を行ったことにより、三角形構造が実際に形成されたかをリアルタイムに知ることが可能となる。さらには、提案されたコミュニケーションを継続して実施すべきか否かを判定することが可能になり、どの作業員がシステムの提案に対して反応しているかを把握することが可能になる。

図8、図9は、図7において達成線として表示したものと同等の内容を、達成線の関係者に通知する例を示す。まず、図8は、達成線が増えたことによって、結合度が改善した改善対象者へのメッセージを示す。管理サーバは、図6に示す達成リストから、改善対象者を特定し、その人のセンサノードSNOに、結合対

象者の情報を送り、メッセージとして図8のように加工して表示する。このように表示することによって、該改善対象者は、自分の生産性向上のために頑張ってくれた作業者を把握することが可能になる。ここでセンサノードS N 0上のボタンB 1やB 2を用いて、自分のために頑張ってくれた該作業者宛ての感謝メッセージの選択や作成し、基地局B S 1を介して管理サーバS V 1に送信することも可能である。また、図8と同様のメッセージを、結合対象者および改善対象者の上司に送り、上司にもメッセージを記入してもらうことも可能である。図8は、改善対象者である若松氏が保持するセンサノードに対して、木村氏と喜多氏のコミュニケーションが達成されたこと及び木村氏と喜多氏に感謝メッセージを送るかの選択を促す情報が通知され、通知された情報が表示されている例を示している。

管理サーバS V 1は、データベースS D 1を参照することによって、改善対象者あるいは改善対象者の上司から送信されたメッセージの送信先のセンサデバイスを特定し、その特定されたセンサデバイスにメッセージを送信する。当該メッセージを受信したセンサデバイスの表示画面に表示されるメッセージの例を図9に示す。図9では、結合対象者である喜多氏のセンサデバイスに対して、木村氏とのコミュニケーションが達成されたこと、及び、改善対象者である若松氏及び上司からのメッセージが届いていることが表示されている。

次に、提案されたコミュニケーションが実際に行われた場合に、そのコミュニケーションの質を測定する実施形態について説明する。意図的に増やそうとしたコミュニケーションが、例えば、単に同じ場所に居合わせただけであって、コミュニケーションの質を伴わない場合には、生産性の向上という本来の目的が損なわれるおそれがある。そこで、本実施例では、有意義な議論が行われたか否かをセンサデータを用いて計測する。

図10、11を用いて、コミュニケーションの量だけでなく、質を定量化して可視化する例を説明する。コミュニケーションの質としては、実際に会話が盛り上がったか否か、参加者全員が意見を交換し合ったか、といったことが考えられる。音声データを用いて、会議中の参加者一人一人の発話量を特定したり、会話の順序関係や、参加者の会話の比率を解析する従来技術がある。ここでは、対面

データと、加速度のデータを用いて、同様の指標を得る方法を示す。

会話中に積極的な行動を行うことで、内部／外部からの情報を集めることや、白熱した議論をすることでアイデアを練ることを促進させることができる。その場合に想定される行動として、例えば、「言葉だけでなく、身振り（ジェスチャ）を伴う対面」や「話し相手に近づいて話す」などが挙げられる。本実施例では、質の高いコミュニケーションにおける発話中には体の動きが大きくなること、聞いている側の人の動きも、関心の量によって、うなづきなどの量が変化することに着目し、会話の活性度を計測する。

図10は、各時刻において作業者が活性か否かを判定し、かつ、赤外線のパ
10 タから会話の期間を特定し、その時間帯における活性度の変化から、会話の交換頻度に相当する、動作の交換頻度を計算するフローを示す。

まず各時間帯における、作業者の活性度を求める。ビデオ観察を用いた、本発明者らの研究の結果から、活性的な作業をしている時間帯は、それ以外の時間帯に比べて加速度の周波数が高いことがわかった。たとえば会話を行っている時には、2 Hz から 3 Hz の周波数成分が高くなる。そこで、加速度の周波数がある
15 閾値を上回っている時間帯を、活性的な状態と判定する。典型的には、加速度の周波数が 2 Hz 以上などが活性的な状態である。もちろん、この値は人や業務の種類によって異なるため、状況に応じて設定変更可能である。

最初の加速度周波数計算処理 BMAA は、時系列に並んだ加速度データ TACC
20 C1 から周波数を求める処理である。周波数は、一秒間の波の振動数と定義され、つまり振動の激しさを表している指標である。フーリエ変換によって周波数を計算してもよいが、本応用例では、計算を簡略化するために、周波数に相当するものとして、ゼロクロス値を用いる。これにより、サーバの処理負荷が低減され、センサノードの数の増加によるサーバの計算量の増加を抑制することができる。

25 ゼロクロス値とは、一定の期間内における時系列データの値がゼロとなった回数、より正確には、時系列データが正の値から負の値へ、又は負の値から正の値へと変化した回数を計数したものである。例えば、加速度の値が正から負に変化してから、次にその値が再び正から負に変化するまでの期間を 1 周期とみなすと、計数されたゼロクロスの回数から、1 秒間当たりの振動数を算出することができ

る。このようにして算出された一秒間当たりの振動数を、加速度の近似的な周波数として使用することができる。

さらに、本応用例のセンサノード S N 0 は、三軸方向の加速度センサを備えているため、同じ期間の三軸方向のゼロクロス値を合計することによって、一つの
5 ゼロクロス値が算出される。これによって、特に、左右及び前後方向の細かい振り子運動を検出し、振動の激しさを表す指標として用いることができる。

ゼロクロス値を計数する「一定の期間」として、連続したデータの間隔（つまり元のセンシング間隔）よりも大きな値が設定される。たとえば1秒毎のゼロクロス値や1分毎のゼロクロス値を求めることとなる。加速度周波数計算処理 B M
10 A Aの結果、各時間におけるゼロクロス値、およびそこから算出された秒単位の振動数が、加速度リスト B M A 1 としてメモリ上に、もしくはファイルとして生成される。

次にこのリスト B M A 1 を対象に、活性判定 B M C B を実施する。上述したように、ここでは活性か否かを、加速度がある閾値を上回っているか否かで判定する。
15 リスト B M A 1 を順に走査し、加速度が閾値より大きい行には活性状態として判定値に” 1 ”を、加速度が閾値より小さい行には非活性状態として” 0 ”を活性判定欄に挿入する。この結果、各時間帯において活性か否か秒単位で求められた活性リスト B M C 2 が生成される。

ここで、ある瞬間では加速度が閾値より小さくても、前後の時間では加速度が閾値より大きい活性的な状態、逆に、ある瞬間では加速度が閾値より大きかったが、前後の時間では加速度が閾値より小さい非活性的なこともある。このような瞬間的なノイズを除去する機能が必要となる。

そこで、次にこのリスト B M C 2 を対象に、ノイズ除去処理 B M C C を実施する。ノイズ除去の役割は、上記で求めた活性度の時系列変化、たとえば
25 "0001000111111001111" といった系列に対し、前後関係を加味して瞬間的な変化を取り除いた、たとえば "0000000111111111111" という系列を生成することである。このようなノイズ除去処理を行うことにより、その前後の時間帯を考慮して活性度を算出することができ、より実際の状況を反映した活性度を把握することが可能となる。ノイズを除去する処理はローパスフィルタにより高周

波の成分を除去することによっても可能であるが、ここではより単純な方法として、多数決的な方法を説明する。本方法では、時系列順に最初から最後までひとつずつ判定の対象とする。現在 i 番目の時間帯が判定の対象であるとする。

ここで、 $i - n$ 番目の時間帯から、 $i + n$ 番目の時間帯までの合計 $2n + 1$ 個の時間帯に関し、活性状態の個数と、非活性状態の個数を数える。ここでもし活性している個数のほうが多く、かつ、 i 番目の時間帯が活性でないという状態になっている場合、 i 番目の状態を活性状態に変更する。逆に活性的でない個数の方が多ければ、 i 番目の状態を非活性状態に変更する。たとえば

"0001000111111001111" という系列に、 $n=2$ でこの方法を適用すると、

"0000000111111111111" という系列が生成される。 n が小さければ前後短時間で変化するノイズのみが除去され、 n が大きければより長時間で変化するノイズが除去される。 n をどの程度にするかは人や業務の種類によるが、最初に小さい n で細かいノイズを除去したあと、再度大きい n で少し長めのノイズを除去することなども可能である。このように多数決的な方法を実行することにより、サーバの計算量を減らし、処理負荷を低減することができる。この結果、各時間帯において活性か否か秒単位で求められた活性リスト BMC 3 が生成される。この活性リストから、各作業者の活性時間を求めることができ、コミュニケーションをしていた時間と比較することにより各作業者の会話中の活性時間を求めることができる。

次に、赤外線データ TIR 1 と、結合対象者リスト BMF 5 から、下記の要領で当該作業者たちがコミュニケーションしていた時間を特定する。赤外線データ TIR 1 には、ある作業者がいつどの作業者と対面したかを示す情報が含まれており、この情報からコミュニケーション時間を定めることもできる。しかし、名札型のセンサを用いた場合、いくつかの状況においてデータと実際の状況の不一致が生じる可能性があるため、まず前処理としてデータの精度を向上させる必要がある。

第 1 に、データの対象化処理 BMD A を行う。作業者 A と B が対面したとき、センサデバイスの向きや、外光の角度に起因して、作業者 A のセンサデバイスは B の赤外線を受信したが、作業者 B のセンサデバイスは A の赤外線を受信し損ね

ることがある。対象化処理は、このような状況のデータを補正するものである。具体的には、センサデータ T I R 1 を順に走査し、ある時刻において作業 A のセンサデバイスが B の赤外線を取得した場合、同じ時刻に作業 B のセンサデバイスが A の赤外線を取得したと判定して、センサデータ T I R 1 にデータを追加する。

第 2 に、データの時間抜けの補完を行う。このステップが想定するのは、作業 A と B が対面しているときに、一時的にいずれかの作業者が体の向きを変えて、その間の赤外線データを受信し損ねた状況である。具体的には、前述のノイズ除去 B M C C のように、作業者の対面を時系列データで表現し、短時間のデータの欠けを補完し、センサデータ T I R 1 に補完されたデータを追加する。同じ技術を用いれば、コミュニケーションを行わず単に一瞬すれ違った時に検出した赤外線データを除去することもできる。

第 3 に、対面の 3 者間の補完 B M D C を行う。このステップが想定するのは、作業者が 3 人以上でコミュニケーションした場合に、たとえば作業 A と B の間で互いに赤外線を受信し、作業 A と C の間で互いに赤外線を受信しているものの、作業 B と C の間では赤外線を検出できなかった場合である。このような場合は、作業者の体の向きや座り方によって生じる。この対策のために、全作業者のすべての 3 人組の組み合わせを対象に、第 1 の作業者と第 2 の作業者との間で赤外線を検出し、第 1 の作業者と第 3 の作業者との間で赤外線を検出した場合、同じ時刻に、第 2 の作業者と第 3 の作業者も対面していたと判定し、赤外線データ T I R 1 に対面データを追加する。以上の対象化処理、時間抜け補完、及び 3 者間補完を複数回繰り返して実施すると、精度を高めることが可能である。

以上の精度向上のための前処理を実施したのちに、結合対象者リスト B M F 5 を参照して対象者を特定し、対象者間のコミュニケーションの開始時間と終了時間を特定する (B M D D) 。

次に該コミュニケーション時間における、動作交換回数計算 B M D E を実施する。この処理では、当該時間の間に何度会話の交換を行ったかを、該当者の活性リストの変化で推測するものである。たとえば、作業 A の活性リストが "11011" と変化し、作業 B の活性リストが "00110" と変化している場合、

動作交換回数計算はこのリストを対象に、各時刻でいずれの作業者が発話しているかを推測し、発話者が変化する回数を計測するものである。

上記の例において作業者Aの活性リスト "11011" の各値に対応する時刻を時刻1～5とした場合、時刻1では作業者Aが活性で、作業者Bが非活性である。

- 5 この場合は、作業者Aが発話していると判定する。時刻2も同じ状態であるため、作業者Aの発話が続いていると判定できるので、動作交換回数は0のままである。時刻3において、発話者がBになったと判定され、時刻3で発話者が変わり、動作交換回数は1になる。時刻4では両作業者が活性状態であり、両者が同時に発話した可能性が高い。このような場合は、たとえば、発話者は変化していないと判定する。時刻5では、発話者がAに変わったため、動作交換回数を増やし、2とする。最終的に、この会話における動作交換回数は2であり、それを合計時間の5で割ると単位時間当たりの交換回数が $2/5$ と算出できる。
- 10

- 上記の処理を結合対象者リストの全コミュニケーションを対象に実施すると、各2者間でどの程度、発話者が交換されたかを示す動作交換回数マトリクスBMD1が求められる。本マトリクスにおいて、行*i*と列*j*の交点の数値は、作業者*i*と*j*が何回、発話者を交換したかを推測した数値である。
- 15

- 図11は、計測されたコミュニケーションの質を可視化した例を示す。ここでは、図10の動作交換回数計算で求めた単位時間当たりの交換回数を、提案線や達成線の属性として表示した。この交換回数の情報を線の太さや線種で表現することができる。また、活性リストから単位時間当たりの作業者の活性度を求めて、求められた活性度を提案線や達成線の属性として表示することもできる。図11は、喜多氏と木村氏の2者間で、合計時間5の対面が行われ、そのうち動作交換回数は2であることを示す。また、新田氏と高橋氏の間は、合計時間2の対面が行われ、動作交換回数は1であることを示す。
- 20

- 25 このように、作業者の活性度や動作交換回数をコミュニケーションの質を示す指標として算出し、算出されたコミュニケーションの質を、提案されたコミュニケーションの属性として、併せて表示することにより、意図的に増やそうとしたコミュニケーションが質を伴うものであるかを把握することができる。

ここで、上述したように、予め定めた閾値（例えば5分）以上の対面が検出さ

れた場合を有効な対面データとすること、言い換えれば、所定の時間以下の対面では、コミュニケーションが達成されていないと判定することもできる。図 1 1 は、新田氏と高橋氏の間はまだ十分な対面がなされておらず、達成線のまま表示されている例を示す。

5

実施形態 3

図 1 2 は、本発明の第 3 の実施の形態である、コミュニケーションを増やしたい 2 人以外に別な作業者を加えて、コミュニケーションを促進する方法の例を説明する図である。

- 10 たとえば、図 1 1 で新田氏と高橋氏に互いにコミュニケーションをするように提案しても、お互いのバックグラウンドや、得意な分野がわからないなどの理由で、話題の共有に時間がかかり、一時的な会話で終わる可能性もある。また、一般的には、2 者を管理するマネージャが 2 者間のコミュニケーションをリードする役割を担うべきと考えられる場合もある。このため、本実施の形態では、実測
- 15 したネットワーク構造に基づいて 2 氏の共通の知人を特定し、その知人を含めた 3 人組みを作り、共通の知人に会話をリードしてもらうことを提案することの特徴とする。つまり、役職などの組織の既存の情報にとらわれず、センサデバイスで得られた情報に基づいてコミュニケーションの役割を決定する。これにより、共通の話題を引き出しやすくし、限られた時間の中で意識の共有を促進すること
- 20 ができる。

- 本実施例では、各作業者と一定量の対面がある人を共通の知人と判定する。この共通の知人はネットワーク上で直接つながれた人を意味し、たとえば、図 1 1 で新田氏と高橋氏の共通の知人は、根岸氏と若松氏であることが容易に特定できる。そこで、新田氏と高橋氏に、根岸氏と若松氏のいずれか、もしくは両者を含
- 25 めた、3 人または 4 人を含む一つのコミュニケーションを各作業者に提案する。

具体的には、図 1 2 では、図 3 と同様にして結合対象者を決定した後に、媒介者決定 BMFE を実施する。媒介者は、すべての結合対象者対象者から、直接到達可能な作業者であり、これは対面マトリクス BME 1 から特定できる。たとえば、図 1 2 のネットワークグラフで、作業者 3 と作業者 6 とを直接仲介できる媒

介者は、作業者 2 である。作業者 1 と作業者 4 を直接仲介できるのは、作業者 2 及び作業者 5 である。媒介者決定処理 BMF E 処理により、結合対象者リスト BMF 5 2 が作成される。

- 次に、上記で作られた結合対象者リスト BMF 5 2 に基づいて、コミュニケーションを行うチームを作るためのチーム分け処理 BMF F を行う。本作業の目的は、結合リストを参照して、結合対象者と媒介者が一つのチームに含まれるようにメンバを割り当てることである。単純に結合対象リストの項目ごとにチームを作る方法もあるが、この方法では同じ人が複数のチームに属してしまい、複数のチームに属した人の負担が大きくなる。そのため、各人は 1 つのチームにしか属さずに、かつ、できるだけ多くのチームを作ることが有効である。このチーム割り当てには、各種の組み合わせ最適化アルゴリズムが適用可能である。たとえば、まず、ランダムに割り当てを行い、そこからランダムに人の入れ替えを実施して、結合対象者と媒介者が一つのチームに含まれるようなメンバ割り当てとなれば、そのチームのメンバとして、結合対象者と媒介者を固定する、といった方法が考えられる。その結果、たとえば、図 1 2 に示す例では、第 1 のチームは 2 番、3 番、6 番で構成され、第 2 のチームは 1 番、4 番、5 番で構成されるチーム割り当てが得られる。

- 次に、図 1 2 で求めた媒介者を含めて、コミュニケーションを提案する例を示す。たとえば、図 5 に示すように、各人のデバイスに全員の名前を通知してもよい。図 1 3 は、この方法を図示したものである。一例として、図 1 2 で示す方法で計算した結果、若松氏が第 1 の改善対象者となり、喜多氏と木村氏が結合対象者となり、若松氏が媒介者としても選ばれた場合、若松氏と喜多氏と木村氏の 3 人が一つのチームに属する提案をするために、3 人を同じ色で表示し、かつ、媒介者である若松氏をリーダーとして区別して表示する。図 1 3 では、たとえば、リーダーのみ四角印で表示した。また、結合対象者リストの第 2 の候補として、同じく改善対象者が若松氏で、高橋氏と新田氏が結合対象者、媒介者が若松氏と根岸氏である場合、チームの作り方の候補は 2 つある。第 1 の方法は、若松氏をリーダーとし、高橋氏と新田氏と同じチームにするものであり、第 2 の方法は、根岸氏をリーダーとし、高橋氏と新田氏と同じチームにするものである。ここで

は一人の人が複数のチームに属しない方針で、根岸氏をリーダーとする案を選択し、第一のチームとは別な色（図では黒の塗りつぶし）で3人を表示した。上記の2つのチームに選ばれなかった木下氏は、いずれかのチームにランダムに所属させたり、どのチームにも所属させなかったりする選択肢があるが、ここではランダムに所属させる方法によって、木下氏を若松チームに所属させた。この図を、ユーザである作業人や、作業人を管理するマネージャが見れば、どの作業人がどのチームか、また、自分と同じチームに誰がいるか、自分の役目が何か、などが一目瞭然でわかる。

このように、ネットワーク構造からコミュニケーションをすべき人物を抽出するのみならず、当該コミュニケーションを媒介する媒介者を決定し、媒介者を含めてチーム分けを行う。そして媒介者を含めたチームに対してコミュニケーションを促す情報を表示する。これにより、コミュニケーションをすべき人物同士のバックグラウンドや興味が短期間でシェアされることを期待でき、三角形構造の増加、組織の生産性向上を促進されることを期待できる。

また、図12に示した方法を拡張すると、複数の部署を対象にした割り当てを行なうこともできる。例えば、図24は、2つのチームA、Bがあり、チームAに5人、チームBに4人のメンバがいる場合の例を示す。このようなネットワークに、図12の方法を適用した場合、同じチーム内で新しい三角形ができる場合と、チームをまたいで三角形ができる場合がある。チーム内で三角形を増やした場合、その部門の専門性や生産性が向上する。一方で、新しい事業や製品はチームを越えた境界で生じることも多く、三角形を部門間で増やすことにも意義がある。この両者を、うまくバランスを取る方法が必要であるが、図12に示した方法では、どちらの三角形ができるか制御できないため、場合によってはチーム内だけで三角形ができたり、チーム間だけで三角形ができたりするおそれがある。

それに対して、図25では、管理サーバが組織間にまたがるチーム数の上限BMZ1を保有し、チーム割り当てが上限を超えていないか否かを組織間チーム数判定処理BMZAにて判定する。もし、チーム割り当てが上限を越えている場合には、そのチーム分けを破棄して別なチーム分けを一定回数繰り返して行う。これにより、解がない場合を除いて、ある組織内のみ又は組織間でのみチーム分け

がなされることを防ぎ、組織内のチーム数と組織間をまたがるチーム数のバランスを取ることができる。つまり、ある組織内部における生産性の向上と、組織間の連携による生産性の向上の両立が期待できる。

例えば、図 2 4 において、組織間チーム数上限 BMZ 1 を 1 と仮定する。それ
5 に対して最初のチーム分け処理 BMFF で、岩田氏—新田氏—喜多氏をチーム A に、根岸氏—若松氏—木下氏をチーム B に、残りの人をチーム C に割り当てた場合、チーム A と B は組織をまたいでいるため、組織間チーム数が 2 となり、組織間チーム数上限 BMZ 1 を超えてしまう。そのため、この割り当てを破棄して、異なる組合せを試行することにより、図 2 4 に示すような割り当てを取得すること
10 ができる。別な方法としては、まず組織間チーム数上限 BMZ 1 に達するまで、組織にまたがるチームだけを決め、その後、組織内でチームを割り当ててもよい。

図 1 8 は、ネットワーク構造に加えて、付帯的な情報を組織改善指標 BMIG として表示した例である。図 1 9 は、図 1 8 に示す各指標の時系列変化 BMJH を表示する例である。図 1 8 の指標表示領域には、目標とする指標の値と、実際の値が表示される。目標値は、組織が任意に決めた値、もしくは、様々な組織で測定した結果から求めた平均値が利用できる。指標としては、たとえば、BMI
15 DおよびBMIEには、図 2 0、2 1 に示す方法で算出される、各人の没頭度の指数（フロー度）および、組織の三角形の量を表す指標の実測値が表示される。フローとは、心理学において、人が難しいことにスキルを発揮している状態であり、各人のやりがいや、生産性の向上が期待できるよい状態である。作業者のフロー度合いを推測する方法として、アンケートである瞬間の難易度とスキル発揮度をヒアリングし、その両方が高ければフロー状態と判定する方法がある。図 2
20 0、2 1 に示す方法により、センサの値からフロー度合いの推測値を求めることができる。

25 まず、実際の運用の前に、前処理として図 2 0 に示す以下の処理を実施し、どのような行動（すなわち、周波数）が多い場合に、フローが多いかを学習する。まず、各作業者がセンサノード SN0 を装着した状態で、作業をする。作業中に不定期に、アンケート取得処理 BMKA を行う。アンケートの回答時間とセンサデータを正確に同期させるためには、センサノード SN0 から不定期にシグナル

を出力する。例えば、センサノードが不定期にビープ音を鳴らして、作業者は、ビープ音が鳴った瞬間の状態を回答する方法が利用できる。センサノード S N O から取得したデータ中に、いつビープ音を鳴らしたかを記録しておけば、サーバはアンケートとデータの同期が可能である。

- 5 図 20 では、加速度周波数計算処理 B M A A は、アンケートの回答時刻近辺で、各周波数のデータがどれぐらいの頻度で出現しているかを計算し、各周波数の出現頻度をアンケート回答と合わせてアンケートログ B M K 1 に格納する。たとえば、図 20 の表の最初のデータは、ユーザ 1 が、10 : 01 に回答したデータで、ユーザは難易度 5、スキル発揮度 4 と回答した。本実施の形態では、難易度とス
10 キル発揮度のうち、小さいほうの値をフロー度と判定する。次に、時刻の近辺のデータから各周波数の出現頻度を計算して格納する。具体的には、ビープの前 15 分、後 15 分、計 30 分間のデータを対象に、1 分毎の加速度の周波数を計算する。その結果、0 H z に相当するデータが 17 個、つまり 17 分間あったことを意味する。これを、すべての作業者の全データに対して実施すると、どのような加速度の周波数が多いときにフロー度が高いかが統計的に推測できる。本実施
15 の形態では、たとえば、フロー度を目的変数とし、各周波数の頻度を説明変数として、重回帰分析処理 B M K B を実施する。その結果、各周波数頻度の重みをまとめたフロー係数 B M K 2 が求められる。

- この前処理により得られたデータを用いて、図 21 に示す方法により、ある時
20 点のフロー度をリアルタイムに計算する。具体的には、各作業者に加速度周波数計算処理 B M A A を実施し、ある時点の前後 15 分、計 30 分間の、1 分毎の周波数を決定し、周波数分布 B M L 3 を求める。たとえば、図 21 に示すように、0 H z 20 回、1 H z 5 回、2 H z 3 回、3 H z 2 回となった。これに対し、周波数ごとに周波数頻度の重みを示すフロー係数 B M K 2 を掛け、合計を求めることによりフロー度を計算する (B M L B)。具体的には、 $20 \times (-0.9) + 5 \times 0 + 3 \times (-2.7) + 2 \times (-0.6) + 30 = 2.7$ というフロー度が
25 求められる。ここで最後の 30 は、重回帰分析処理 B M K B を実施したときに求めた残差である。この方法で、すべての作業者に対してフロー度を計算して、その平均計算処理 B M L C を行い、全作業者の平均値を求める。その結果を図 18

のフロー実績BMI Dに表示したり、図19のフローの変化BMJ Cに表示することで、迅速に現状を把握して、仕事の分担や負荷を変えることが可能である。

また、平均前の各自の値を用いて、上位の人をフローランキングBMJ F、結束度ランキングBMJ Gとして表示することで、個々人の意識を高める効果が期待できる。

また、このフロー度の平均と、各自の結合度の平均計算処理BML Aにより求めた結合度の平均値を使って、総合点計算処理BML Dにより総合的な結果を算出することができる。フロー度と結合度が総合的に高いほど、生産性の高い組織といえる。総合点計算の具体的な処理としては、たとえば、単純に2つの数を乗じてよい。本実施の形態では、この総合指標を「楽しむ度」といい、図18のBMI Bや、図19のBMJ Aに結果を表示する。これによって、組織全体が総合的に良くなっているか悪くなっているかを判断することができる。

さらに、この総合的な値に金額換算処理BML Eをすることで、組織の価値をより明確に意識させることが可能になる。金額換算処理に用いるために、まず平均的な総合点に対する金額を定義し、BML 1に格納する。例えば、総合点に対する金額は、1カ月分の人件費などを用いてもよい。次に、総合点計算処理BML Dで求めた値の平均値を平均総合点BML 4に記録する。次に、実際の総合点を、平均総合点BML 4で除し、それに単位点数あたりの金額BML 1を乗じ、組織価値BML 2を求めることができる。組織価値BML 2を求めた結果を、図18のBMI Cや図19のBMJ Bのように表示することができる。

図18および図19では、さらに、参加者から随時収集するアンケートによる主観評価の平均値を実測値として表示する。たとえば、毎日、作業者に、その日の総合的なチームの連携度に関するアンケートを実施し、その平均値を図18のBMI Fや図19のBMJ Eに表示することができる。

実施形態4

業務とは関係なく三角形構造を増やすことだけを目的としてチーム分けを行うと、業務が忙しいときに、そのチームは機能しなくなるおそれがある。そこで、本実施例では、本来の業務と関連づけてチーム分けを行うことを特徴とする。

図14は、ネットワークにおける三角形を増やししながら、組織の業務を加速する実施の形態を示す図である。図12と同様に、チーム分け処理BMFFまで実施する。次に、組織において実施すべき業務の内容が列挙された業務リストBMF54を参照して、各チームに業務を割り当て、割り当てられた業務を、チームリストBMF53に格納する。業務リストBMF54に格納された業務は、部門の管理者や各作業者がコンピュータなどから随時追加して、管理サーバのデータベースSD2に格納される。また、業務リストには、各業務の経験者を示す情報が格納されている。例えば、図14に示す業務リストBMF54は、業務内容：「資料A作成」の経験者が1であることを示している。

10 各チームは、割り当てられた業務を、一定の期間、たとえばその週1週間実施する。このように業務を割り当てることで、業務を進めながら、効率的に三角形を増やすコミュニケーションを実施することができる。業務リストの項目を各チームに割り当てる際には、ランダムに割り当てる方法でもよいが、各チームのメンバを参照して、メンバが過去に実施したことがある作業を優先的に割り当てたり、逆に実施したことのない作業を割り当てる方法でもよい。業務の種類を資料作成や交渉、プレゼンテーションなどいくつかに分類し、その得手不得手を作業
15 者ごとに記録し、作業者ごとのデータに基づいて本人に向く業務割り当てを実施することも可能である。例えば、業務リストによれば作業者3と6が過去に発表会について議論した経験があるため、図14に示すチームリストBMF53では、
20 結合対象者2、3、6を含むチーム1に、発表会について議論する業務2が割り当てられている。

これにより、三角形構造を増やすためだけに時間を使って会うことを防ぎ、本業とうまく結びついたチーム分けが可能となり、三角形を増やししながら、組織の業務を加速することができる。

25

実施形態5

図15Aは、これまで示した方法を継続的に用いることによって、ネットワークの状態をより良くしようというものである。このとき、単に図14までの手法を繰り返して適用するだけでなく、過去に実施した時の業務上の成果や、参加者

の主観的な評価、およびセンサからわかる会話の状態などを、チーム分けや役割決定に反映する。これにより、過去に実施したコミュニケーションの提案結果を以後の提案に反映することができ、継続的に効率よく三角形を増やすことができる。

- 5 図15Aにおいて、図14と同じようにしてチームリストBMF53まで作成する。その後、チームリストBMF53に従って業務が開始されたら、対面状態計算BMFHを実施する。ここではセンサのデータを用いて、対面日時や、対面時間の測定を求めて、活動履歴BMF6（図15B参照）の各チームの行に格納する。また、業務成果計算BMFGから、当該チームに割り当てられた業務の成果を、数値化して取得し、活動履歴BMF6に格納する。これは業務によって異なるが、たとえば、販売業などであれば売り上げデータを業務システムから直接取得してもよい。定量化されたデータがなければ、管理者であるマネージャや作業員全員が毎日チームの状態をたとえば5段階で作業員用入力PC1もしくは紙面ES1で採点し、その結果を格納する。
- 10 次に、主観評価取得BMFIでは、割り当てられたメンバーの、そのチーム活動に対する主観的な満足度を、上記と同様に5段階で作業員用入力PC1もしくは紙面ES1から取得して、活動履歴BMF6に格納する。他にセンサから求められる指標として、たとえば、図10のような方法で会話中の活性時間や、会話頻度の目安となる動作交換回数の平均を上記チームの活性度として求め、一緒に格納する。たとえば、活動履歴の最初の行は、作業員2、3、6が同じチームに割り当てられ、3月6日の10:01から60分の対面が検出され、売り上げなどの成果が4点分生じ、その日の各メンバーの満足度の平均は1、センサから求められた活性度は2であることを表す。
- 15 20

- 次に、その活動履歴BMF6から、各作業員の成績を集計した活動成績BMF7（図15C参照）を作成する。活動成績BMF7は、各作業員が過去に媒介者の役割を何度実行しているか、また、実行したときにどの程度の成果が出せるか、つまり媒介者の活動成果を示すデータである。過去に実施した時の業務上の成果や、参加者の主観的な評価、およびセンサからわかる会話の状態などの平均値を格納することで、次に各作業員が媒介者を実行したときに成果を出す能力をはか
- 25

る目安となる。

たとえば、図 1 5 A では、過去に媒介者の役割を実施した回数や、チームの平均対面時間、成果量の平均値、主観評価で求めた満足度の平均値、センサで求めた活性度の平均値が格納される。活動の成果は、媒介した各人の違いの他に、一般的な属性として、その人の職位や年齢、性別などが関係している可能性もある。また、その人が活発な人か否か、知人が多い人か否かなども関係する。そこで活動成績 BMF 7 には、メンバ個々人の集計のほかにも、媒介した人の属性ごとの集計結果を格納してもよい。

たとえば、媒介した人の職位や年齢、性別などの固定的な情報毎に平均成果を集計できる。媒介した人が他のチームメンバよりも職位が上である場合は、活動成績の「職位上」のデータとして集計する。また、例えば、センサデータから媒介した人が活性である比率を図 1 0 の活発リストから算出し、その人が平均よりも活発な人か否かを判定する。ここで活発な人と判定された場合には、活動成績の「活性高」のデータとして集計する。さらに、例えば、図 1 2 の如く結合度を計算し、結合度が平均よりも高い人か否かを判定する。もし結合度が平均よりも高い場合は、「結合度高」のデータとして集計する。これ以外にも同様に、売り上げが高い人が媒介した時の集計値や、各種ソーシャルネットワークの指標である回数（1 パスで到達可能な人数）や媒介度（全 2 者間の最短経路に含まれる比率）などを基準に集計してもよい。

これらの活動履歴 BMF 6 や活動成績 BMF 7 を参照し、媒介者決定 BMF E やチーム分け処理 BMF F を行う。具体的には、媒介者決定においては、ある結合対象者に対して媒介者の候補が複数存在する場合を対象とする。この場合、まず活動成績 BMF 7 を参照し、各媒介者候補に関して、期待する成果の量を見積もる。たとえばある候補が、職位が他のメンバより上で、活性度が平均より高いとする。この場合、「職位上」と「活性高」の集計結果の平均を計算し、平均成果が 3、平均満足度が 2、平均活性度が 2.5 と計算できる。たとえば、一つの方法は、この 3 つの値を合計し、それを各候補者で比較して、合計値が高い人を選ぶことが可能である。

一方、チーム分け処理 BMF F においては、活動履歴から媒介者と各作業者が

- 同じチームになったときの成果の平均を求めて、その成果の平均を媒介者と作業者の間の相性と捉え、成果の平均が低い場合にはその2名を同じチームにしないようにする方法がある。また、媒介者決定と同様に、最近同じチームに割り当てられた人は、別々なチームに割り当てて、連続で同じチームにしないことで、新しい成果を引き出したり、作業者のマンネリ感を排除することができる。

実施形態6

- 図16、図17A～図17Hは、各ユーザ向けにネットワーク構造を表示するシステムの一例を示す。本実施形態においては、管理サーバは、あるユーザとコミュニケーションを行っている人物を対面データから検出して、当該ユーザと検出された人物を表示装置に表示する。その後、ユーザが、当該検出された人物間で行われているコミュニケーションを推測し、その推測結果として、ユーザからコミュニケーションを特定するための情報の入力を受ける。そして、対面データから検出される当該検出された人物間のコミュニケーションの実測と、ユーザが入力した情報との一致を判定し、その判定結果を表示装置に表示する。つまり、最初からすべての結果を見せるのではなく、ユーザが自分の周りの三角形構造がどうなっているかを想像して入力した後に、実際のデータと照合して、ユーザが入力した情報との一致／不一致の判定結果を含めてユーザに提供する。このように、組織の三角形構造に着目して、ユーザの推測とセンサデバイスによる実測とを比較することにより、ユーザのネットワークに関する理解と意識を高め、生産性向上の効果が期待できる。

- 図16に第6の実施の形態の処理のフローを示し、図17A～図17Hには各処理段階での作業者向けの表示画面を示す。なお、図17A～図17Fは、画面中央の新井氏を対象とした表示画面である。まず、直接コミュニケーション表示処理BMGAで、赤外線データASIMから、対象者である新井氏が直接コミュニケーションを行った人を抽出して対象者の周りに配置し、対象者との間に線をつなぎ、図17AのBMHAのように表示する。本実施形態では、対象者の周りに配置された、対象者とコミュニケーションのある人たちを、直接コミュニケーション相手と称する。

次に、間接コミュニケーション予測受付処理BMGBでは、ユーザである新井氏に対して、直接コミュニケーション相手の中でコミュニケーションしていると思う人の間を線でつなぐように、入力を促す。入力を入力用計算機PC1から、キーボードや音声入力、画面タッチパネルなどになされ、ユーザ指定した2者が識別できる情報入力されればよい。ユーザの指定に合わせて2者間を線でつなぎ、図17BのBMHBのように表示する。この例は、ユーザである新井氏が、和田氏と本田氏の間、および、和久井氏と戸川氏の間にはコミュニケーションがあったと予測した場合の表示である。

次に、実績判定処理BMGCで、直接コミュニケーション相手同士の実際の対面データに基づいて、図3のようにネットワークグラフを作成し、図17CのBMHCのように表示する。

続いて正解箇所表示処理BMGDでは、ユーザの入力BMHBと実績BMHCとを照合して、一致した部分、つまり、ユーザの予測が当たった部分をハイライト表示（たとえば、線の種類や色を変えるなど）する。たとえば、図17DのBMHDのように、線に丸のマークをつけるなどして識別可能にする。

次に、不足箇所表示処理BMGEでは、実績BMHCに存在して、ユーザの入力BMHBに存在しないコミュニケーションを、図17EのBMHEのようにハイライト表示する。同様に、次の過剰箇所表示処理では、実績BMHCに存在せず、ユーザの入力BMHBに存在するコミュニケーションを図17FのBMHFのようにハイライト表示する。これは、ユーザが、コミュニケーションがあるはずだと思っているにもかかわらず、実際にはコミュニケーションが存在しない場合であり、このような認識のずれは、生産性低下のリスクがある。発明者らは、以上のような予測を作業者に実施してもらったが、予測の精度は高くないことが明らかになった。このように、作業者の認識と実態の不一致を明らかにすることにより、作業者の意識や理解度を高めることができる。

次の三角形表示処理BMGGと、非三角形表示処理BMGHは、対象者を中心として形成される三角形と、対象者を中心としてV字型を構成した非三角形をリストアップし、対象者にわかりやすく表示するステップである。三角形表示処理BMGGは、実績BMHCから、対象者を含むすべての3人組の組み合わせのう

ち、三角形を構成するもの、つまり、対象者と作業者 1 と作業者 2 の 3 人の間にそれぞれコミュニケーションがあるものをすべて抽出して表示する。

図 1 7 A～H に示す場合は、実績 BMHC から形成される三角形は、本田氏、新井氏、湯川氏の間と、戸川氏、新井氏、和久井氏の間に形成される計 2 つであり、BMHG のように表示される。一方の非三角形表示処理 BMGH は、三角形表示とは逆に、実績 BMHC から、対象者を含むすべての 3 人組の組み合わせのうち、三角形を構成しないもの、つまり、対象者と作業者 1 と作業者 2 の 3 人の間のどこかにコミュニケーションがないものをすべて抽出して表示する。図 1 7 A～H に示す場合は、実績 BMHC から形成される非三角形は BMHH のとおり 8 種類である。作業者はこの表示を見ると、自分が誰と誰のコミュニケーションを促進する役目を担っているかが容易にわかる。

以上の実施形態では、センサデバイスで取得した対面情報に基づいてネットワーク構造の解析や提示を行う例を示したが、上述したように、使用可能な情報はこれに限るものではない。たとえば、Eメールの情報をを用いて、同様にネットワーク構造を構築し、同様の解析や提示を行うことができる。Eメールの他にも、組織内のコミュニケーションに用いる、電話、チャット、ブログのコメント等の履歴が利用できる。また、ソーシャルネットワークサービスの知人関係も用いることができる。

また、これらのコミュニケーションの情報のうち、複数のデータを組み合わせ、同じように解析や提示を行うことができる。解析に先駆け、データ量やデータの性質を考慮して、異なるデータ間でデータ量を正規化する。たとえば、Eメールは 1 方向の通信であるため、2 回行って 1 回分の対面と等価であると判定して、各作業者間の合計のコミュニケーション量を算出する。以後、上述のような各解析や提示を行うことができる。

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、種々の変形が可能であり、上述した各実施形態を適宜組み合わせることが可能であることは、当業者に理解されよう。

組織内のコミュニケーションを支援するシステムに関し、特に、組織のコミュニケーションを改善する技術に関する。

- 限られた時間で組織内のコミュニケーションの密度を効率的に上げ、ネットワーク上での三角形構造を増やすことができる。これにより、組織の生産性向上や、
- 5 個々人のモチベーション向上などが可能になる。

請求の範囲

請求項 1

組織を構成する複数の人物間のコミュニケーションを分析するコミュニケーション支援装置であって、

- 5 上記複数の人物間のコミュニケーションを示すデータを格納する記録部と、
 上記コミュニケーションを示すデータから、上記複数の人物のネットワーク構造を構築するネットワーク構築部と、

 上記コミュニケーションを示すデータからコミュニケーションを改善する第1の人物を特定する改善対象者決定部と、

- 10 上記ネットワーク構造に基づいて、上記ネットワーク構造における上記第1の人物の周りの三角形構造を増やすための第2の人物及び第3の人物を特定する結合対象者決定部と、を有し、

 上記第2の人物と上記第3の人物との間のコミュニケーションを促すための表示データを出力するコミュニケーション支援装置。

15

請求項 2

 請求項1に記載のコミュニケーション支援装置において、

 上記コミュニケーションを示すデータから上記複数の人物それぞれの結合度を算出する結合度算出部をさらに有し、

- 20 上記改善対象者決定部は、上記結合度が所定の閾値より小さい人物を上記第1の人物として特定するコミュニケーション支援装置。

請求項 3

 請求項1に記載のコミュニケーション支援装置において、

- 25 上記結合対象者決定部は、コミュニケーションが成立した場合に上記三角形構造が最も増加する2人の人物を特定し、上記2人の人物を上記第2の人物及び上記第3の人物として特定するコミュニケーション支援装置。

請求項 4

請求項 1 に記載のコミュニケーション支援装置において、

上記ネットワーク構造を第 1 の種類の線で示す一方、上記コミュニケーションを促す情報を上記第 1 の種類の線とは異なる第 2 の種類の線で示す表示データを出力するコミュニケーション支援装置。

5

請求項 5

請求項 1 に記載のコミュニケーション支援装置において、

上記ネットワーク構築部は、上記コミュニケーションを促すための表示データを出力後、上記ネットワーク構造を再構築し、

10 上記再構築されたネットワーク構造に基づいて、上記第 2 の人物と上記第 3 の人物との間でコミュニケーションが達成したか否かを判定する達成判定部をさらに有し、

上記コミュニケーションが達成した場合に、上記第 2 の人物と上記第 3 の人物との間を上記第 1 の種類の線及び上記第 2 の種類の線とは異なる第 3 の種類の線

15 で結んだ表示データを出力するコミュニケーション支援装置。

請求項 6

請求項 5 に記載のコミュニケーション支援装置において、

上記複数の人物それぞれは、加速度センサを有する端末を保持し、

20 上記記録部は、上記端末から送信される上記加速度センサが取得した加速度データを記録し、

上記コミュニケーション支援装置は、

上記加速度データ及び上記コミュニケーションを示すデータに基づいて、上記コミュニケーションが達成した場合における当該コミュニケーションの質を計測

25 する計測部をさらに有し、

上記コミュニケーションを促す情報の属性情報として、上記コミュニケーションの質を含む表示データを出力するコミュニケーション支援装置。

請求項 7

請求項 1 に記載のコミュニケーション支援装置において、

上記ネットワーク構造に基づいて、上記第 2 の人物と上記第 3 の人物を媒介する第 4 の人物を媒介者として特定する媒介者決定部をさらに有し、

- 5 上記第 2 の人物、上記第 3 の人物、及び上記第 4 の人物を含むチームに対してコミュニケーションを促すための表示データを出力するコミュニケーション支援装置。

請求項 8

請求項 7 に記載のコミュニケーション支援装置において、

- 10 上記ネットワーク構造において、上記第 2 の人物、上記第 3 の人物、及び上記第 4 の人物を他の人物とは異なる記号で表示し、かつ、上記第 4 の人物が媒介者であることを示す記号を用いて、上記ネットワーク構造を表示するための表示データを出力するコミュニケーション支援装置。

15 請求項 9

請求項 7 に記載のコミュニケーション支援装置において、

上記記録部は、上記組織の業務の内容を記録した業務リストを格納し、

- 20 上記業務リストを参照して、上記第 2 の人物、上記第 3 の人物、及び上記第 4 の人物を含むチームに業務を割り当てる業務割当部をさらに有するコミュニケーション支援装置。

請求項 10

請求項 7 に記載のコミュニケーション支援装置において、

- 25 上記記録部は、上記媒介者に対応づけて、入力装置から入力される上記組織の業務成果、上記チームの評価、及び上記チームの活性度を活動記録として記録し、
上記コミュニケーション支援装置は、上記活動記録から上記媒介者の活動成果を算出する活動成績算出部を有し、

上記媒介者決定部は、上記活動成果に基づいて、第 5 の人物を新たな媒介者として特定するコミュニケーション支援装置。

請求項 1 1

- 組織を構成する複数の人物それぞれが保持する複数の端末と、上記複数の端末から送信されるデータを処理して上記複数の人物間のコミュニケーションを分析
- 5 する計算機と、からなるコミュニケーション支援システムであって、
- 上記端末は、
- 他の端末を保持する人物とのコミュニケーションを示すデータを取得するセンサと、
- 上記コミュニケーションを示すデータを上記計算機に送信する送信部と、を有
- 10 し、
- 上記計算機は、
- 上記コミュニケーションを示すデータを格納する記録部と、
- 上記コミュニケーションを示すデータから上記複数の人物のネットワーク構造を構築するネットワーク構築部と、
- 15 上記コミュニケーションを示すデータからコミュニケーションを改善する第 1 の人物を特定する改善対象者決定部と、
- 上記ネットワーク構造に基づいて上記ネットワーク構造における上記第 1 の人物の周りの三角形構造を増やすための第 2 の人物及び第 3 の人物を特定する結合対象者決定部と、を有し、
- 20 上記第 2 の人物と上記第 3 の人物との間のコミュニケーションを促すための表示データを出力するコミュニケーション支援システム。

請求項 1 2

- 請求項 1 1 に記載のコミュニケーション支援システムにおいて、
- 25 上記計算機は、上記コミュニケーションを示すデータから上記複数の人物それぞれの結合度を算出する結合度算出部をさらに有し、
- 上記改善対象者決定部は、上記結合度が所定の閾値より小さい人物を上記第 1 の人物として特定するコミュニケーション支援システム。

請求項 1 3

請求項 1 1 に記載のコミュニケーション支援システムにおいて、

上記ネットワーク構築部は、上記コミュニケーションを促すための表示データを出力後、上記ネットワーク構造を再構築し、

- 5 上記計算機は、上記再構築されたネットワーク構造に基づいて上記第 2 の人物と上記第 3 の人物との間でコミュニケーションが達成したか否かを判定する達成判定部をさらに有し、

上記コミュニケーションが達成した場合に、上記第 2 の人物と上記第 3 の人物との間を上記第 1 の種類の線及び上記第 2 の種類の線とは異なる第 3 の種類の線

- 10 で結んだ表示データを出力するコミュニケーション支援システム。

請求項 1 4

請求項 1 1 に記載のコミュニケーション支援システムにおいて、

- 15 上記計算機は、上記ネットワーク構造に基づいて上記第 2 の人物と上記第 3 の人物を媒介する第 4 の人物を媒介者として特定する媒介者決定部をさらに有し、

上記第 2 の人物、上記第 3 の人物、及び上記第 4 の人物を含むチームに対してコミュニケーションを促すための表示データを出力するコミュニケーション支援システム。

20 請求項 1 5

組織を構成する複数の人物間のコミュニケーションを分析するコミュニケーション支援方法であって、

上記複数の人物間のコミュニケーションを示すデータを格納し、

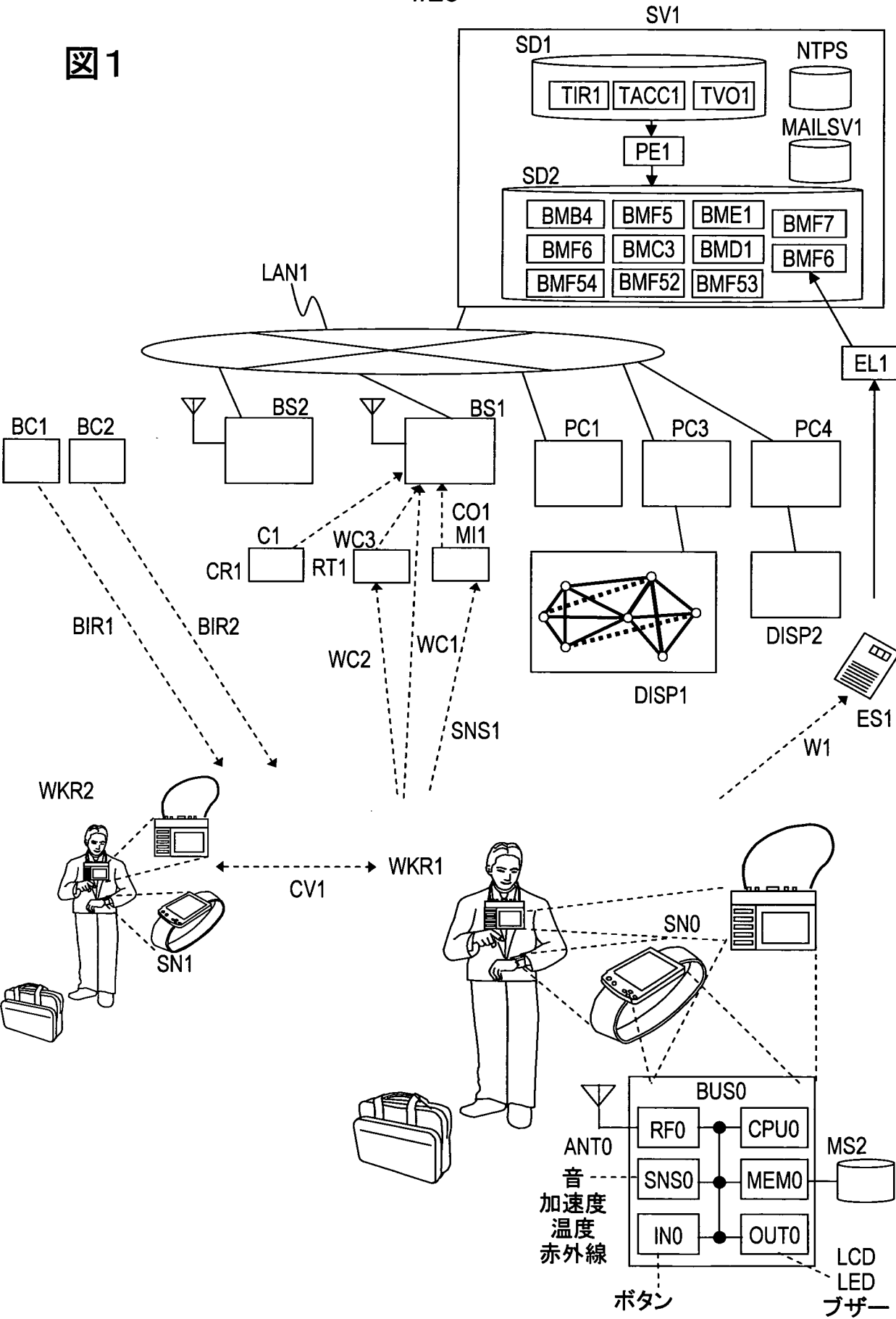
- 25 上記コミュニケーションを示すデータから、上記複数の人物のネットワーク構造を構築し、

上記コミュニケーションを示すデータからコミュニケーションを改善する第 1 の人物を特定し、

上記ネットワーク構造に基づいて、上記ネットワーク構造における上記第 1 の人物の周りの三角形構造を増やすための第 2 の人物及び第 3 の人物を特定し、

上記第 2 の人物と上記第 3 の人物との間のコミュニケーションを促すための表示データを出力するコミュニケーション支援方法。

図 1



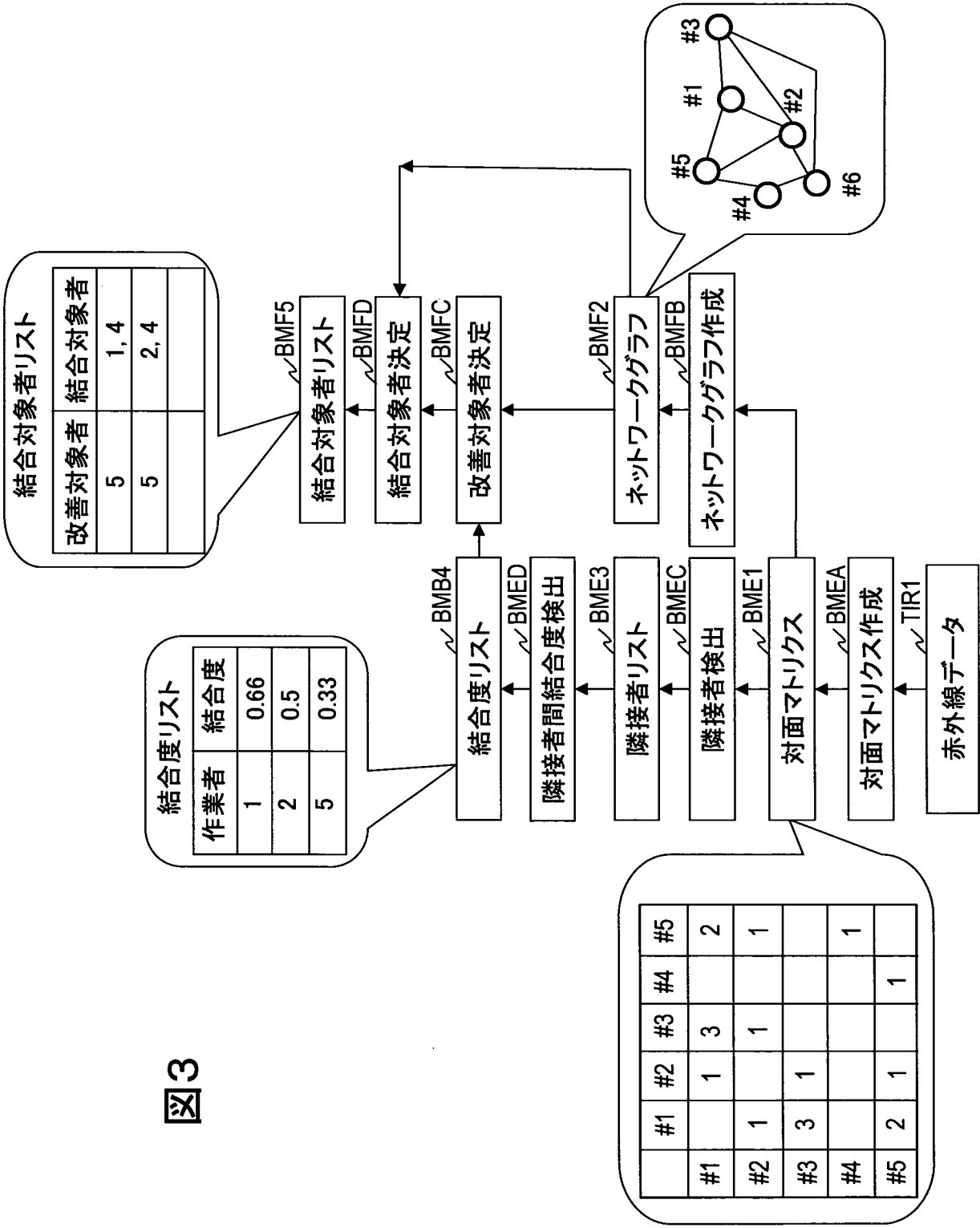
TIR1

TACC1

✓ RACDS

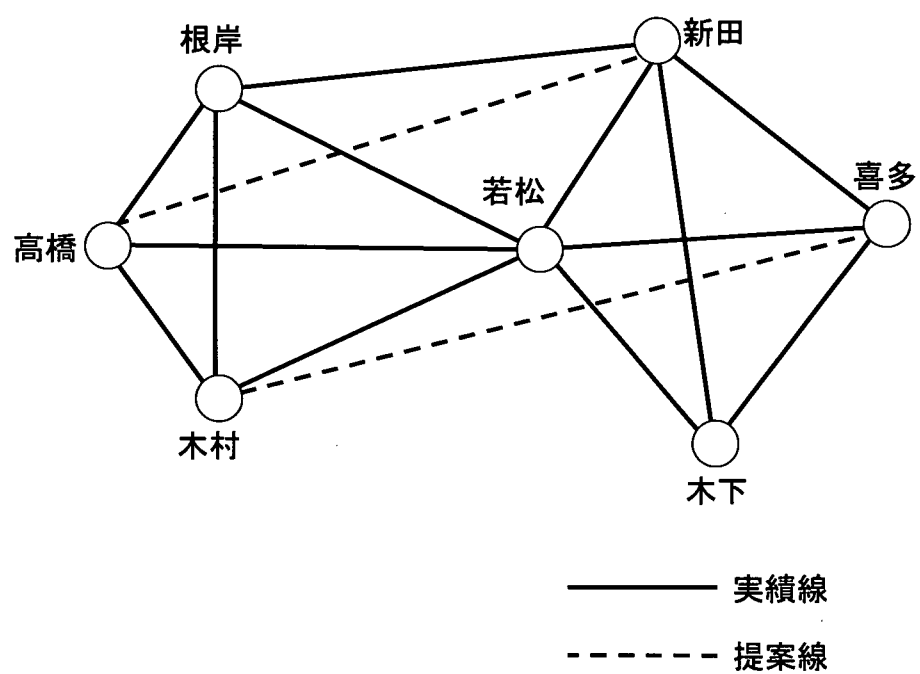
RVODS	RVODA
-------	-------

図3



4/28

図4



5/28

図5

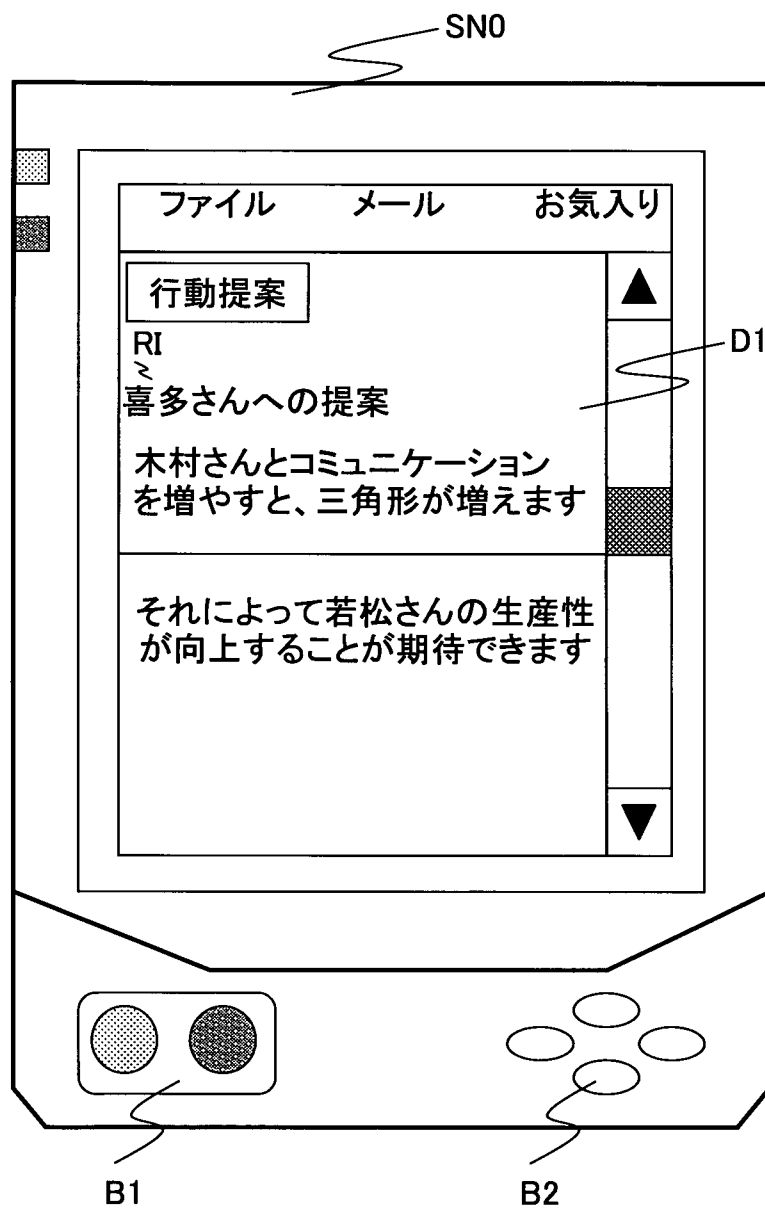
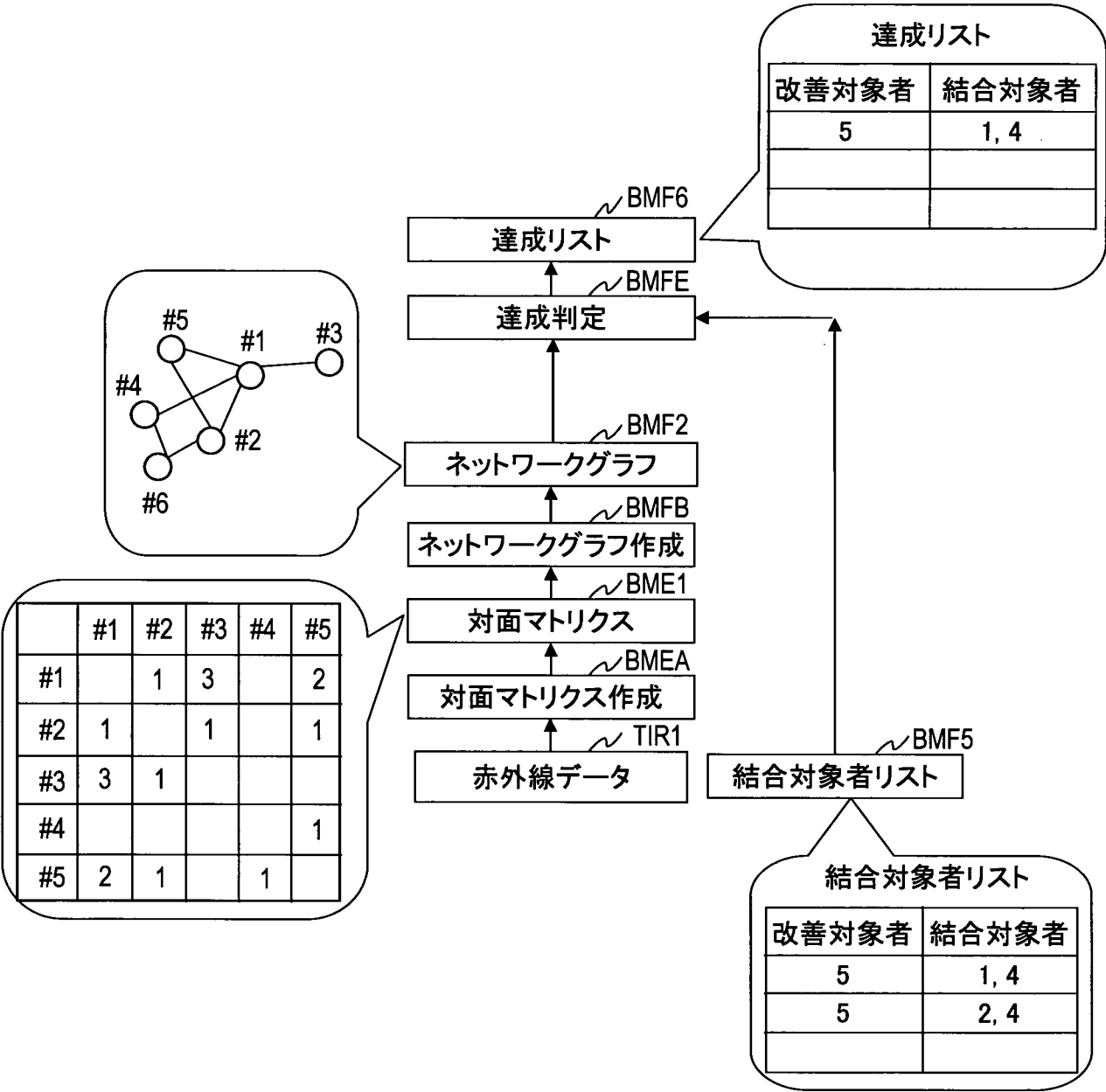
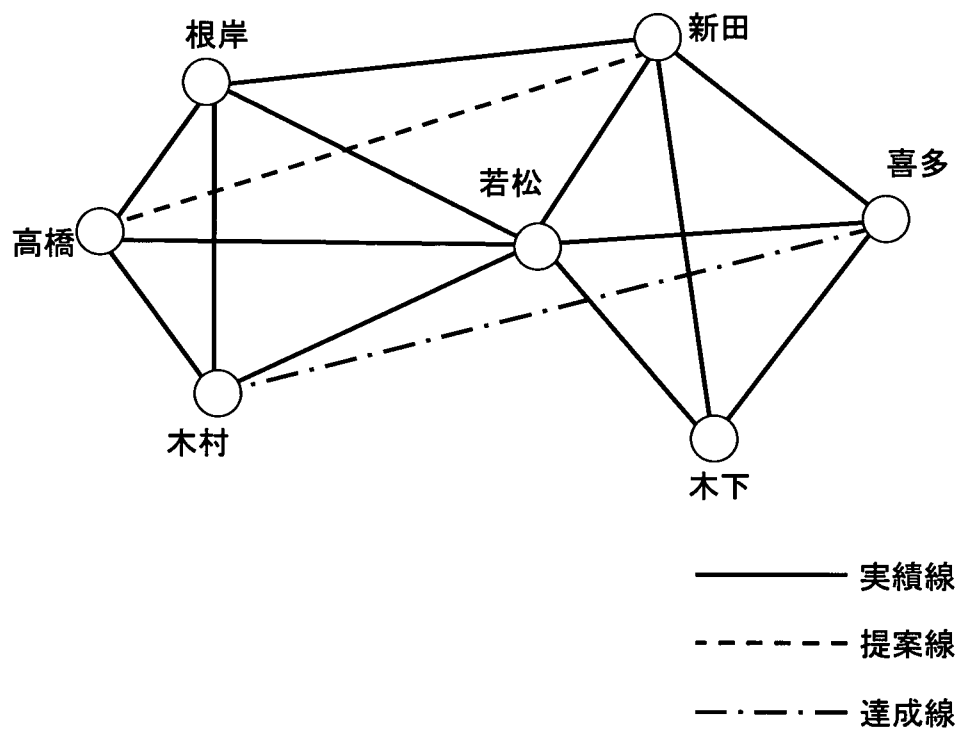


図6



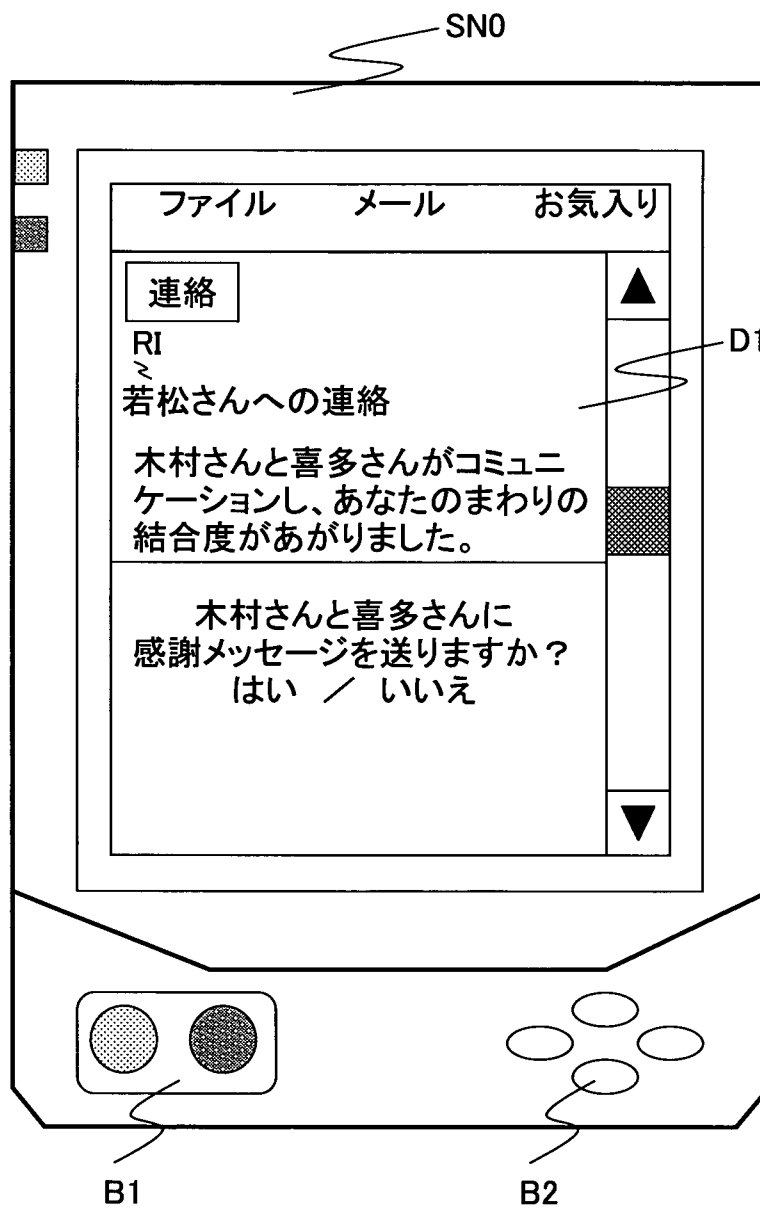
7/28

図7



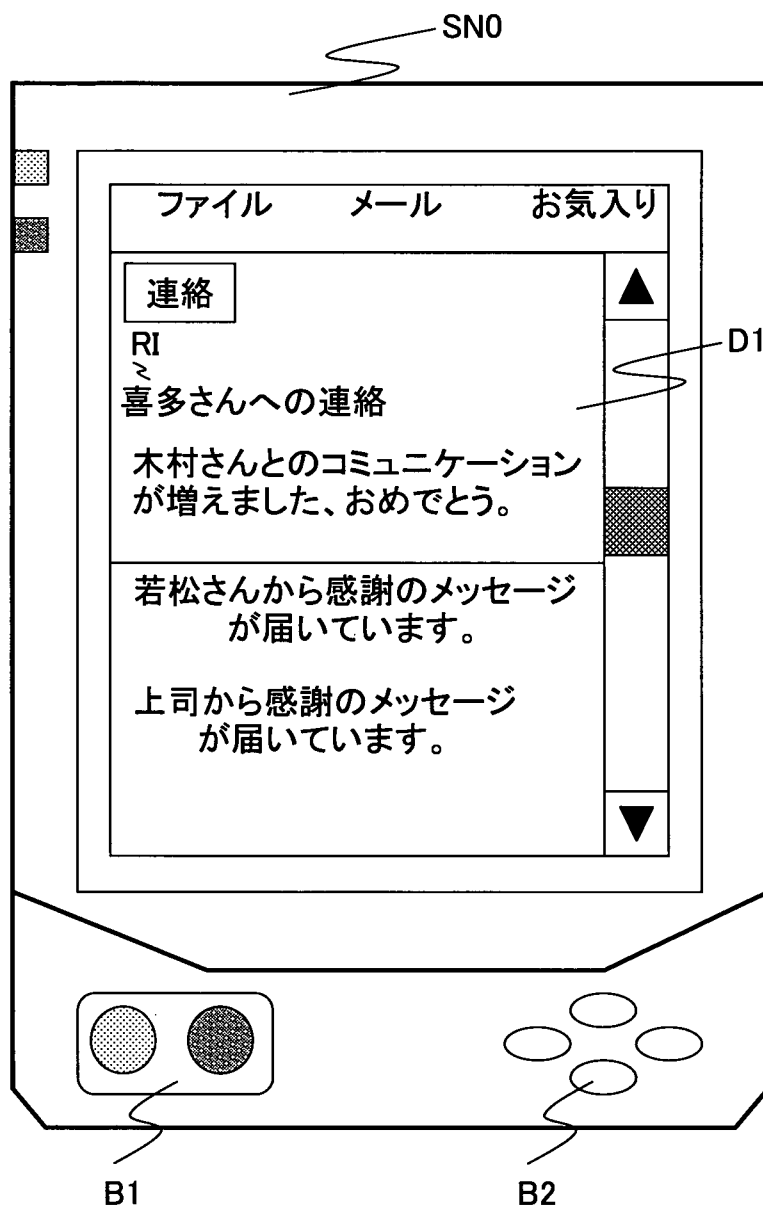
8/28

図8



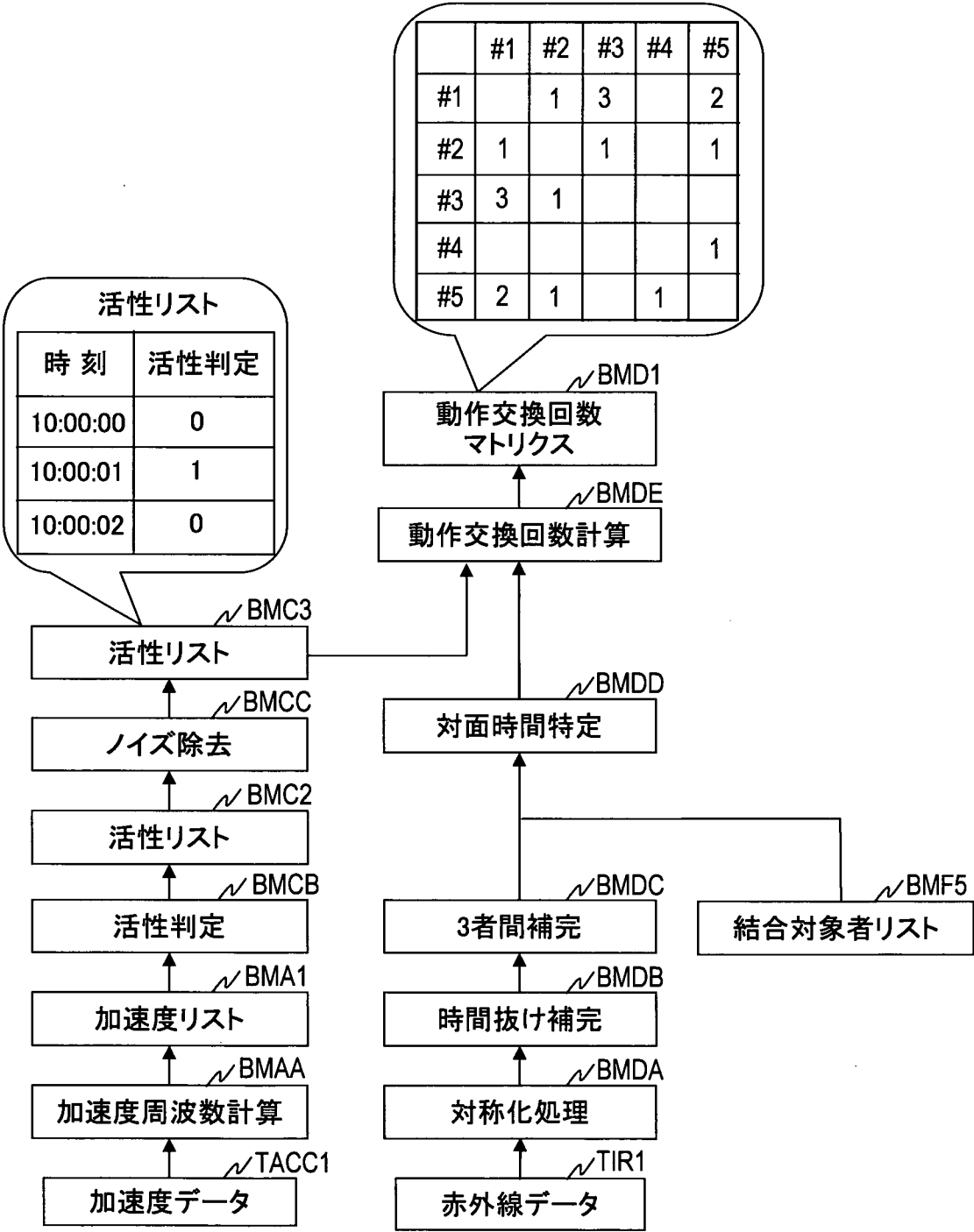
9/28

図9



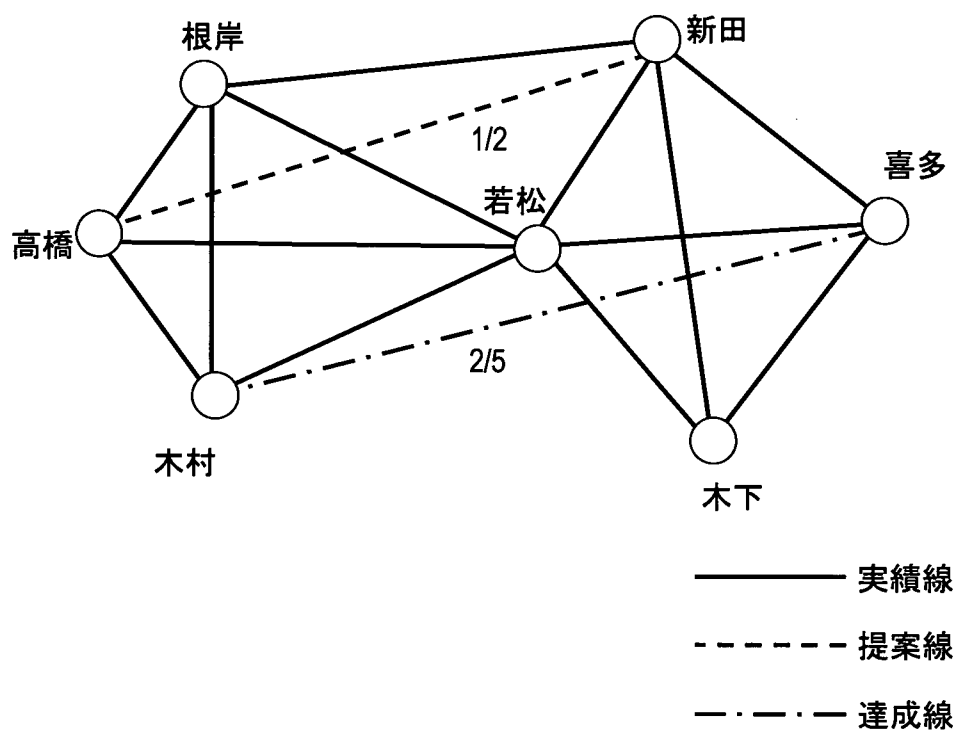
10/28

図10



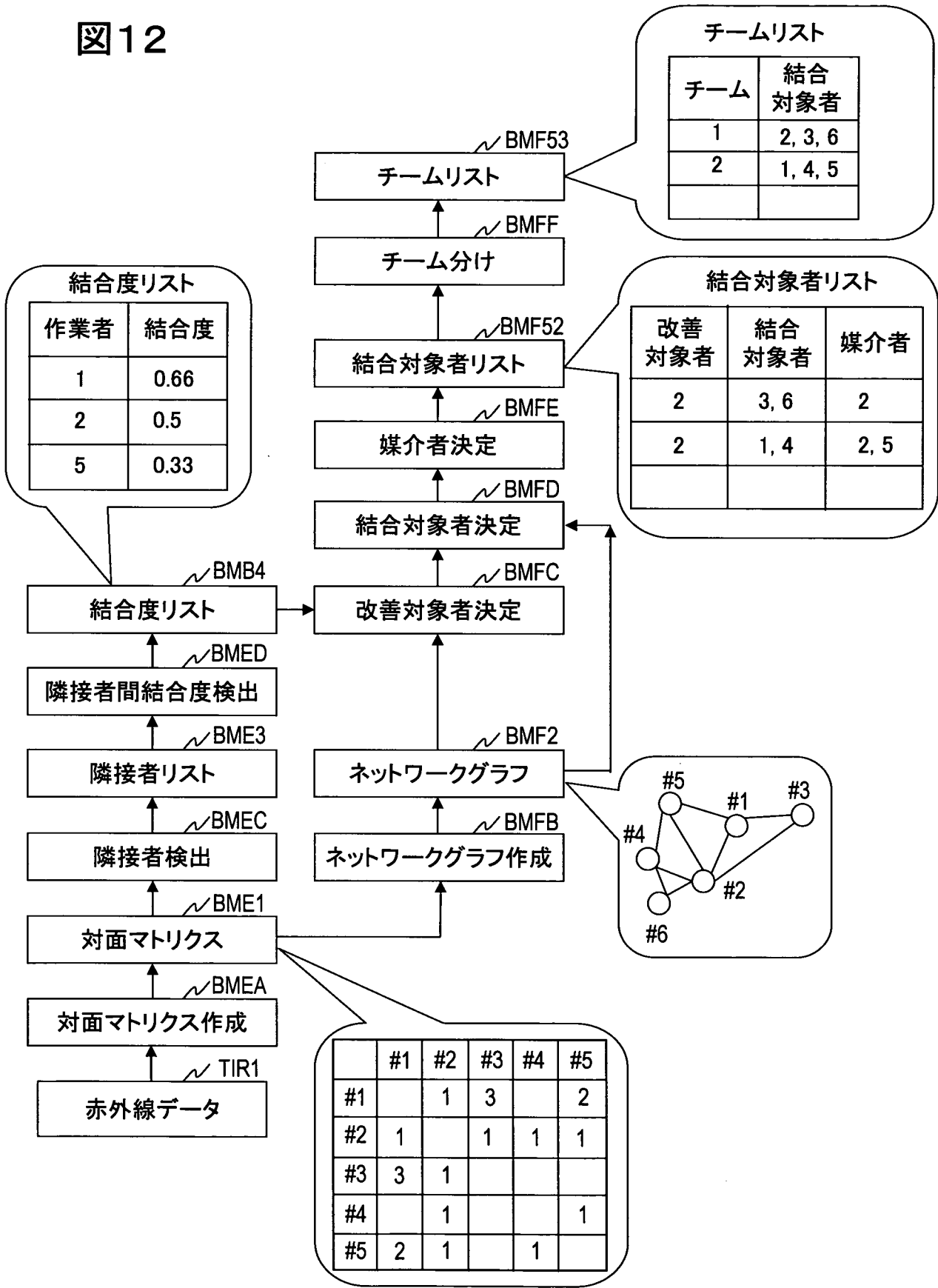
11/28

図 11



12/28

図12



13/28

図13

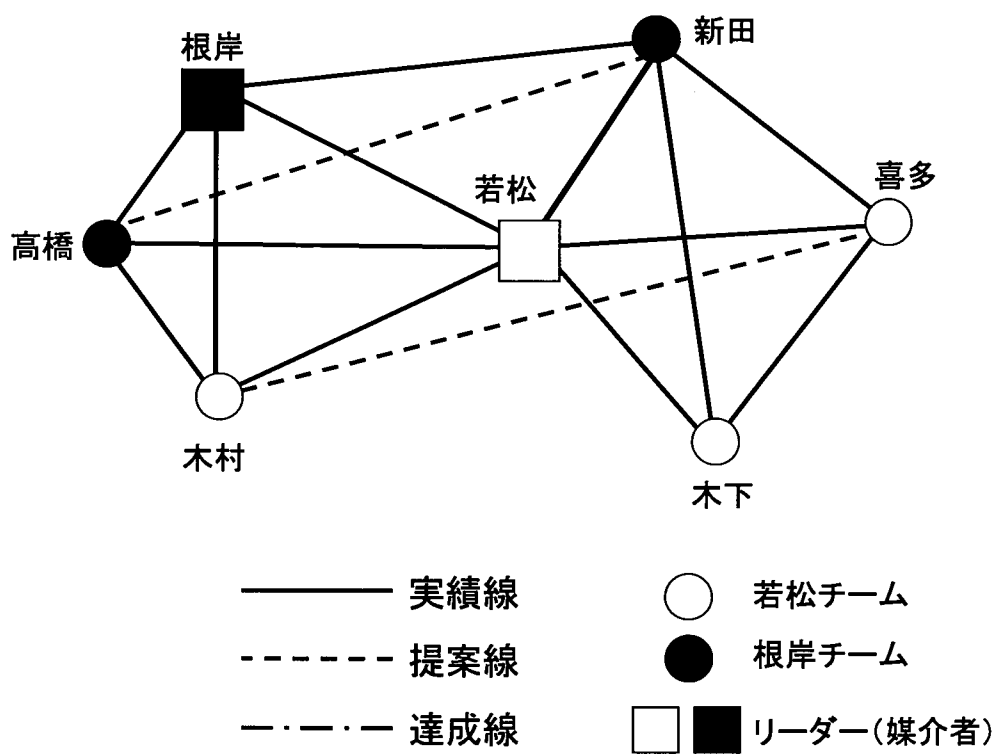
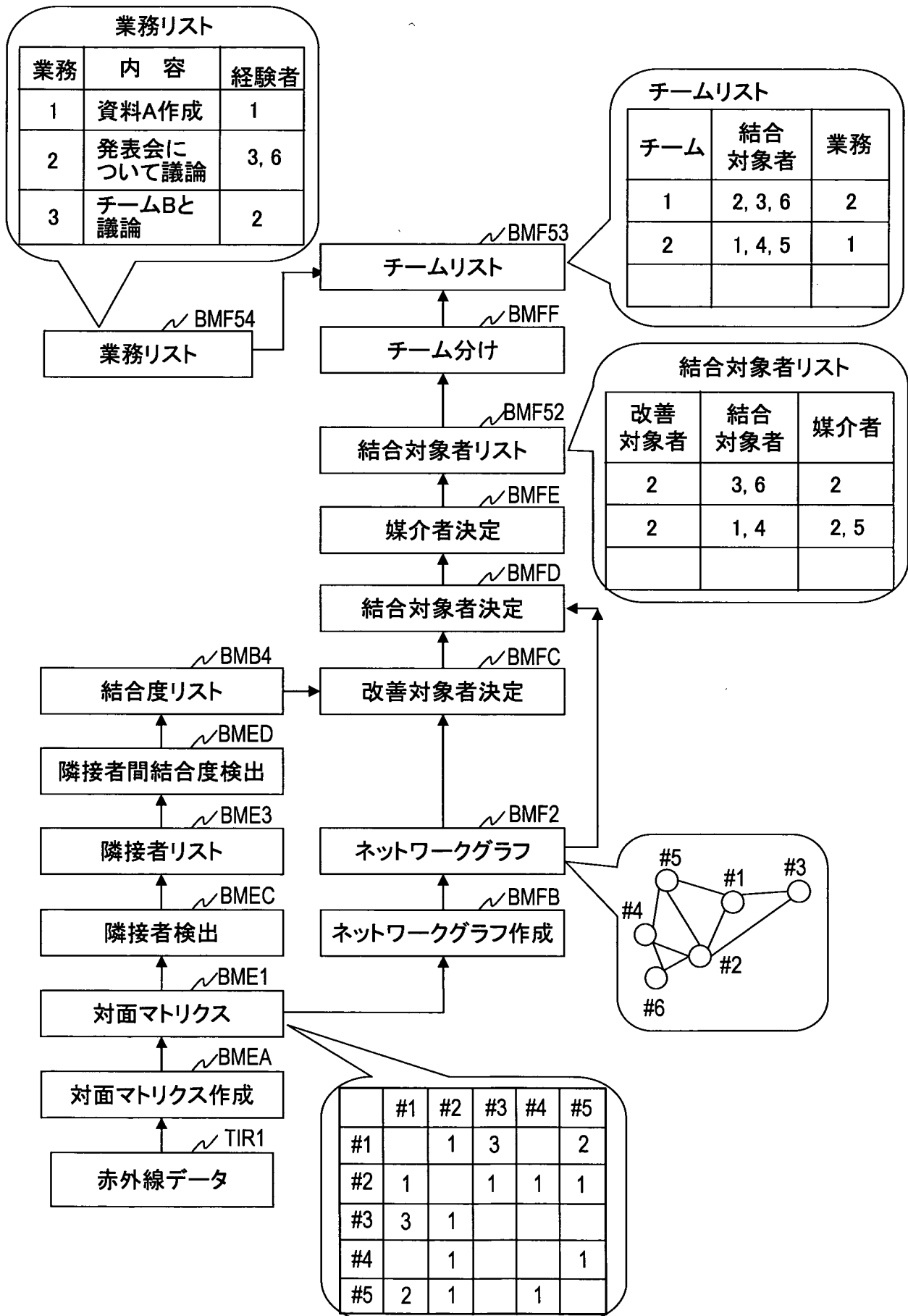


図14

14/28



16/28

図15B

BMF6
↘

活動履歴

メンバー	媒介者	対面日時	対面時間	成果	満足度	活性度
2, 3, 6	2	03/06 10:01	60min	4	1	2
1, 4, 5	5	03/07 16:32	15min	2	3	3
1, 2, 3	2	03/08 19:20	50min	5	1	2

図15C

BMF7
↘

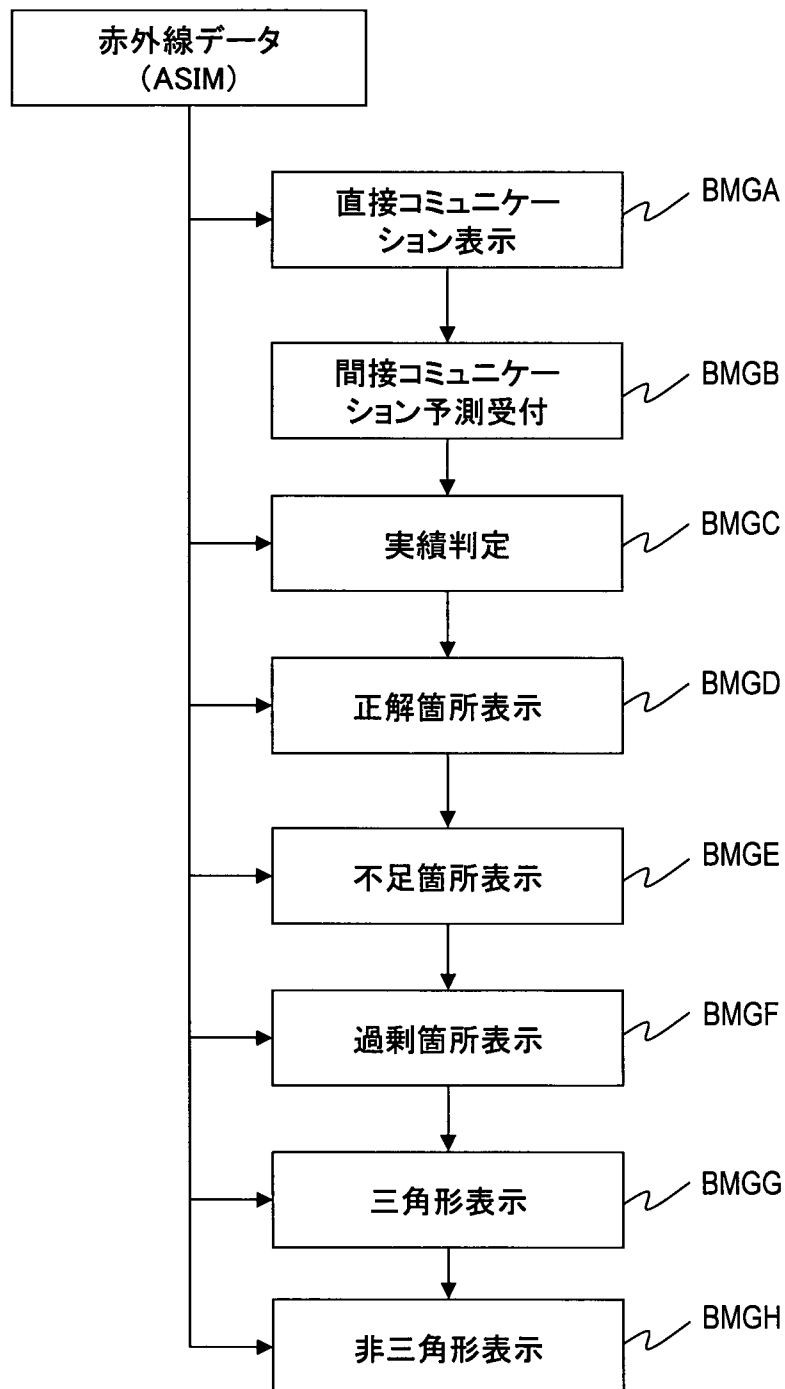
活動成績

メンバー	媒介回数	平均対面時間	平均成果	平均満足度	平均活性度
1	2	60min	4	1	2
2	5	15min	2	3	3
3	2	50min	5	1	2

順位	媒介回数	平均対面時間	平均成果	平均満足度	平均活性度
順位上	2	60min	4	1	2
順位中	5	15min	2	3	3
順位下	2	50min	5	1	2
活性高	5	15min	2	3	3
結合度高	2	50min	5	1	2

17/28

図16



18/28

図17A

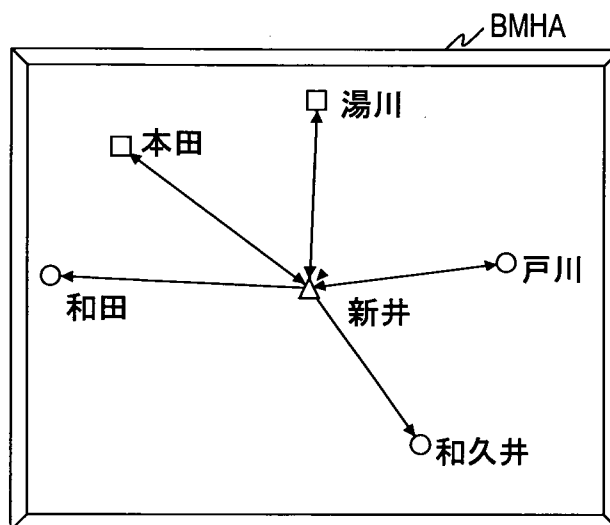


図17B

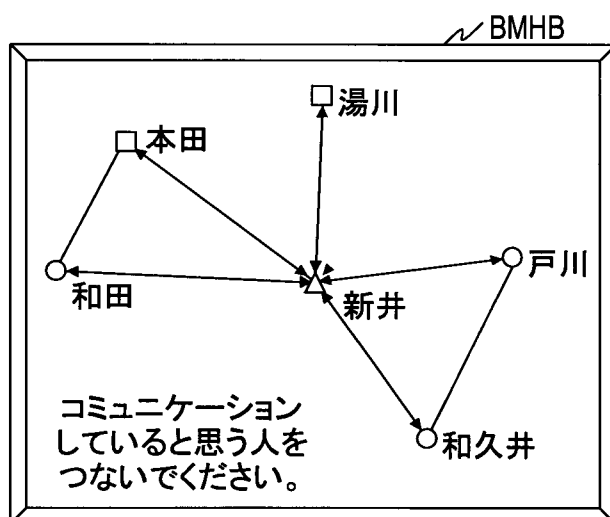
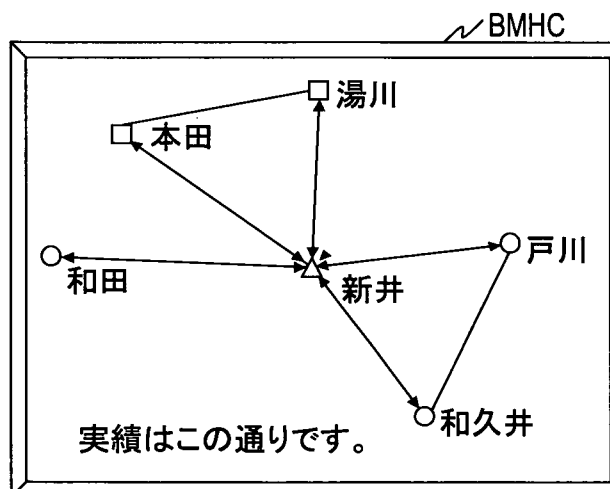


図17C



19/28

図17D

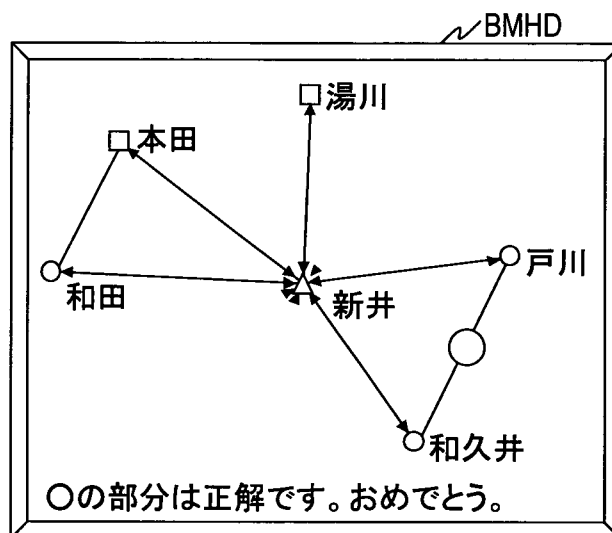


図17E

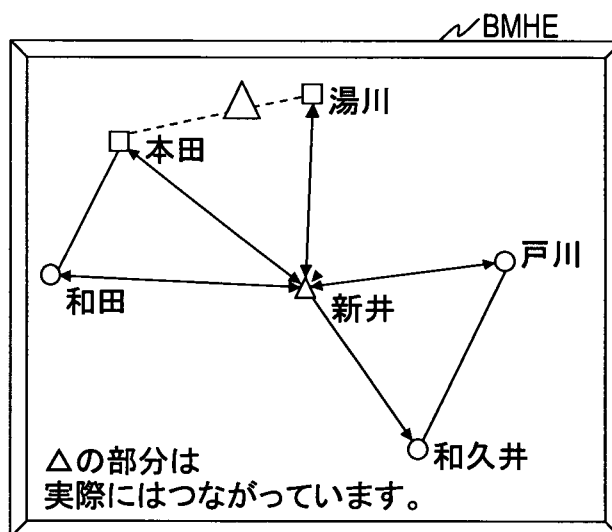
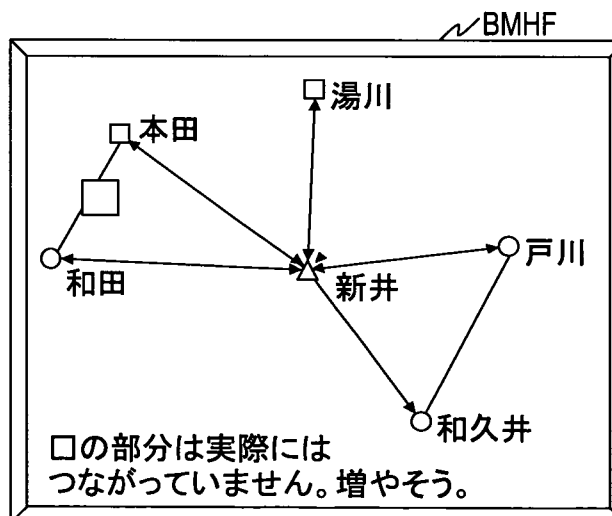


図17F



20/28

図17G

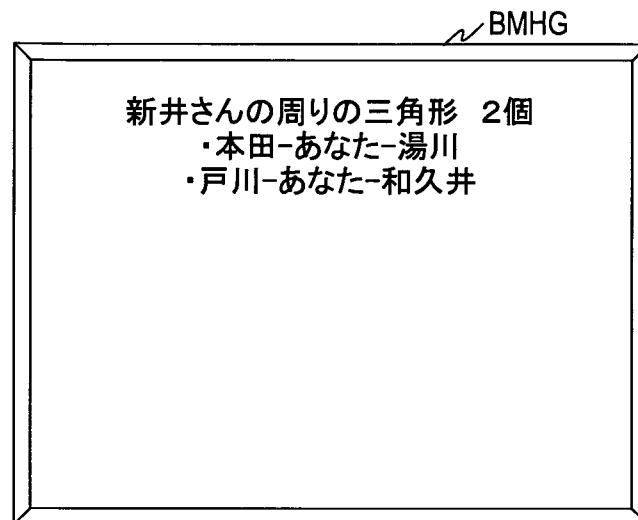
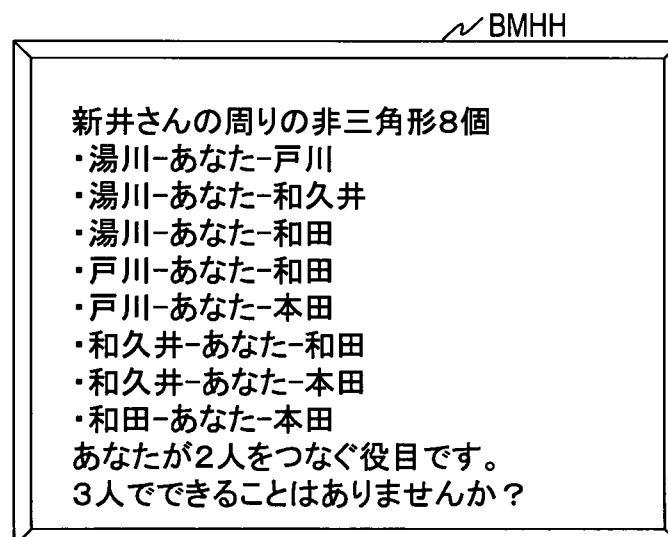


図17H



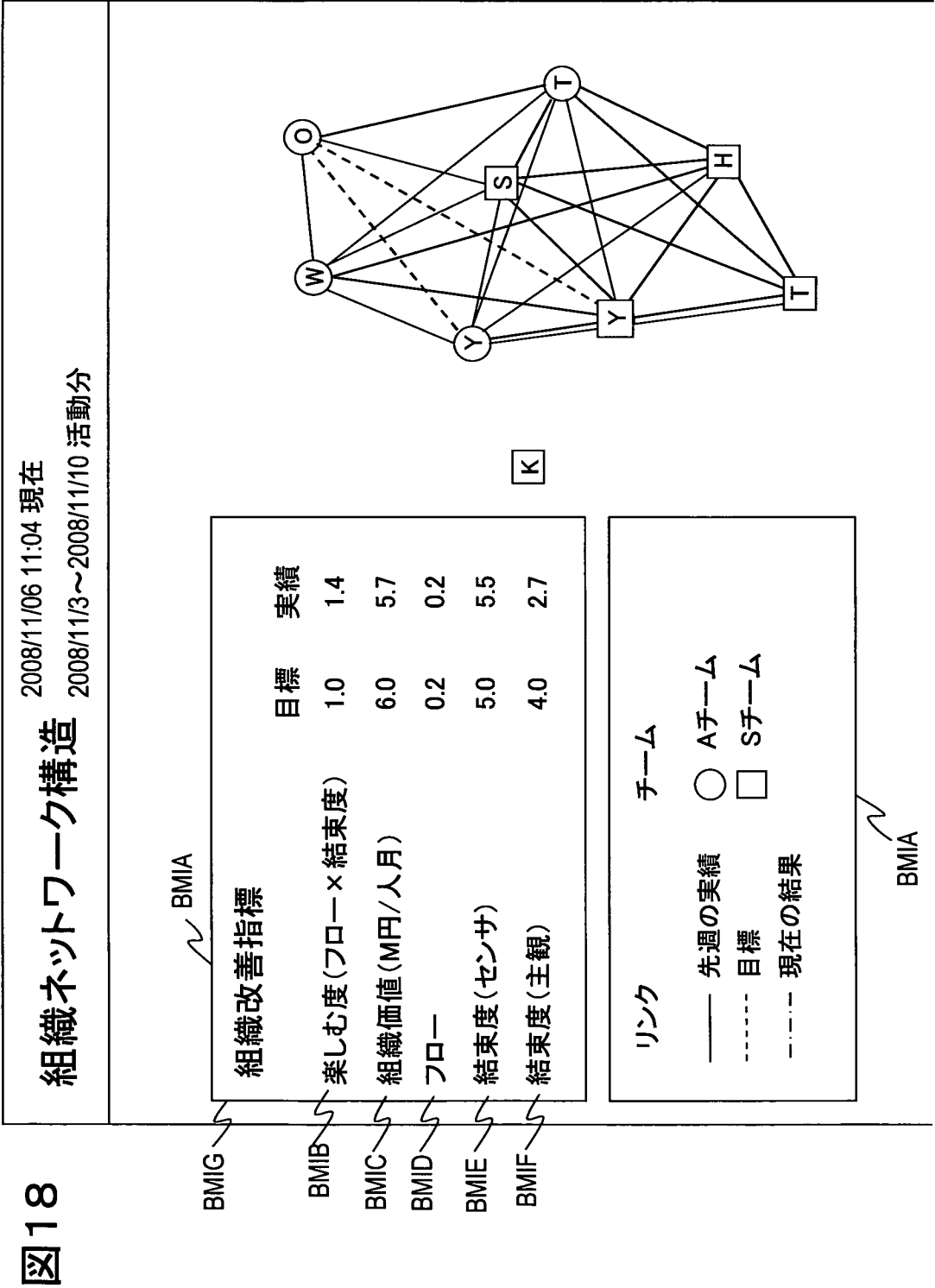


図19

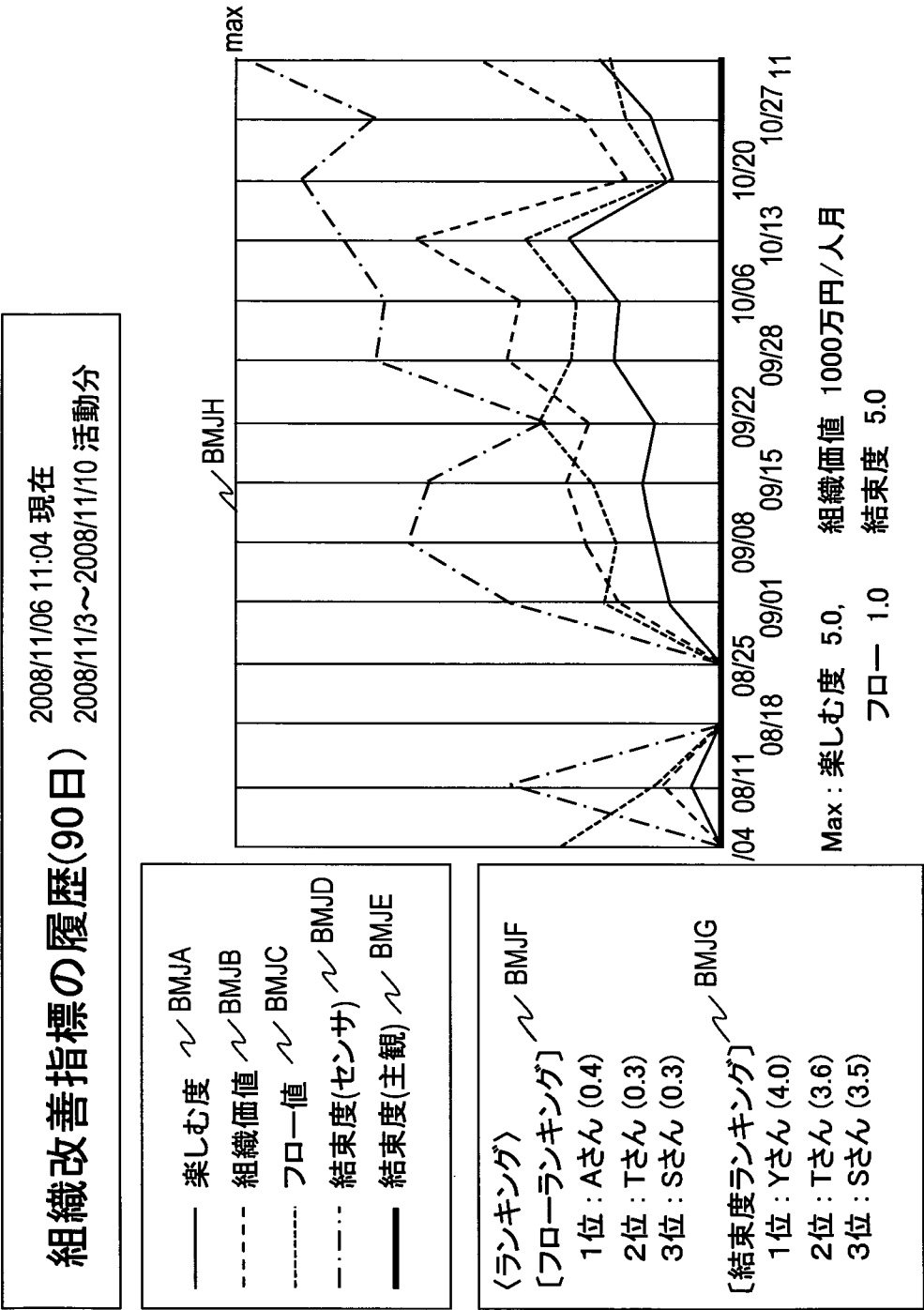


図20

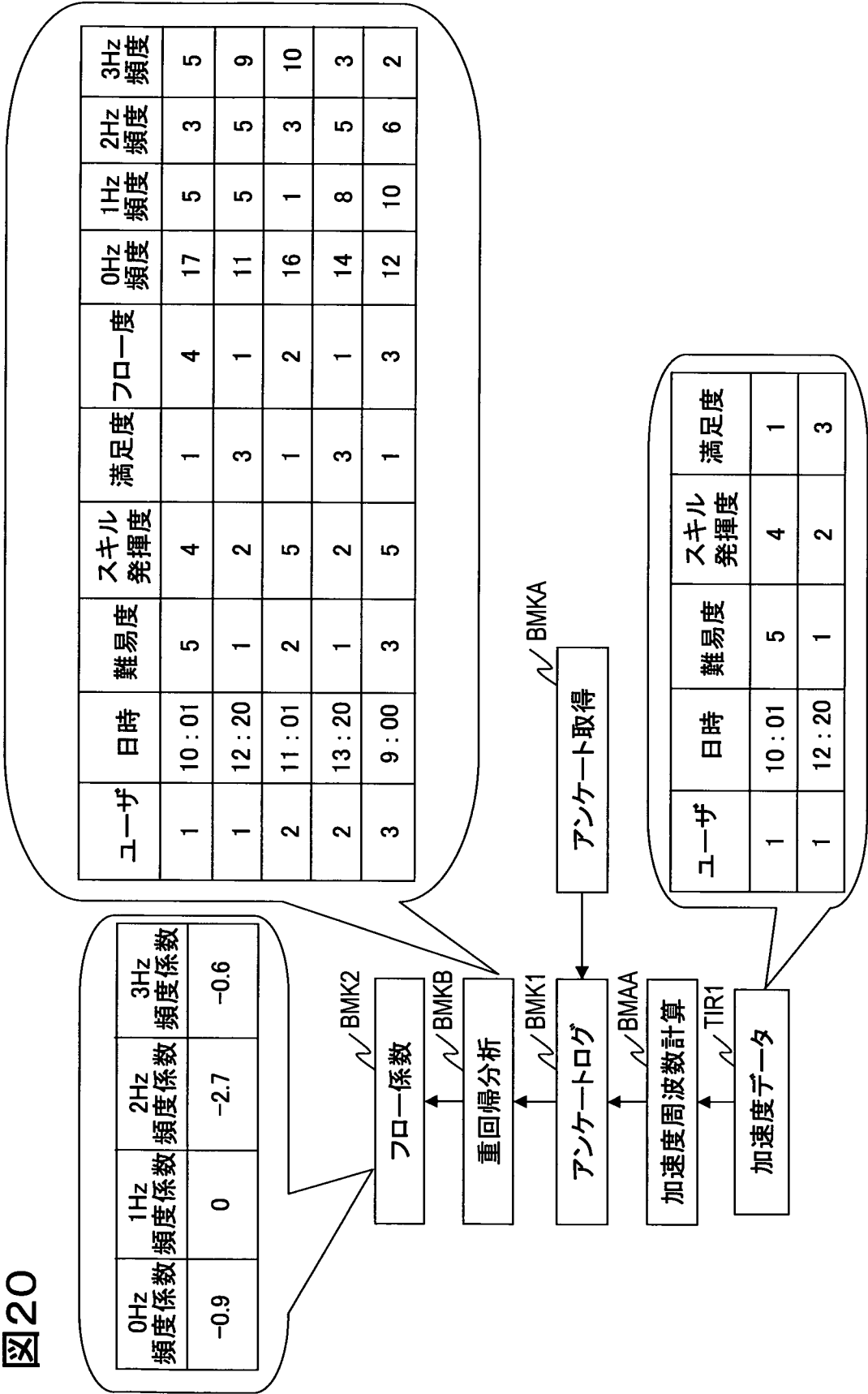


図21

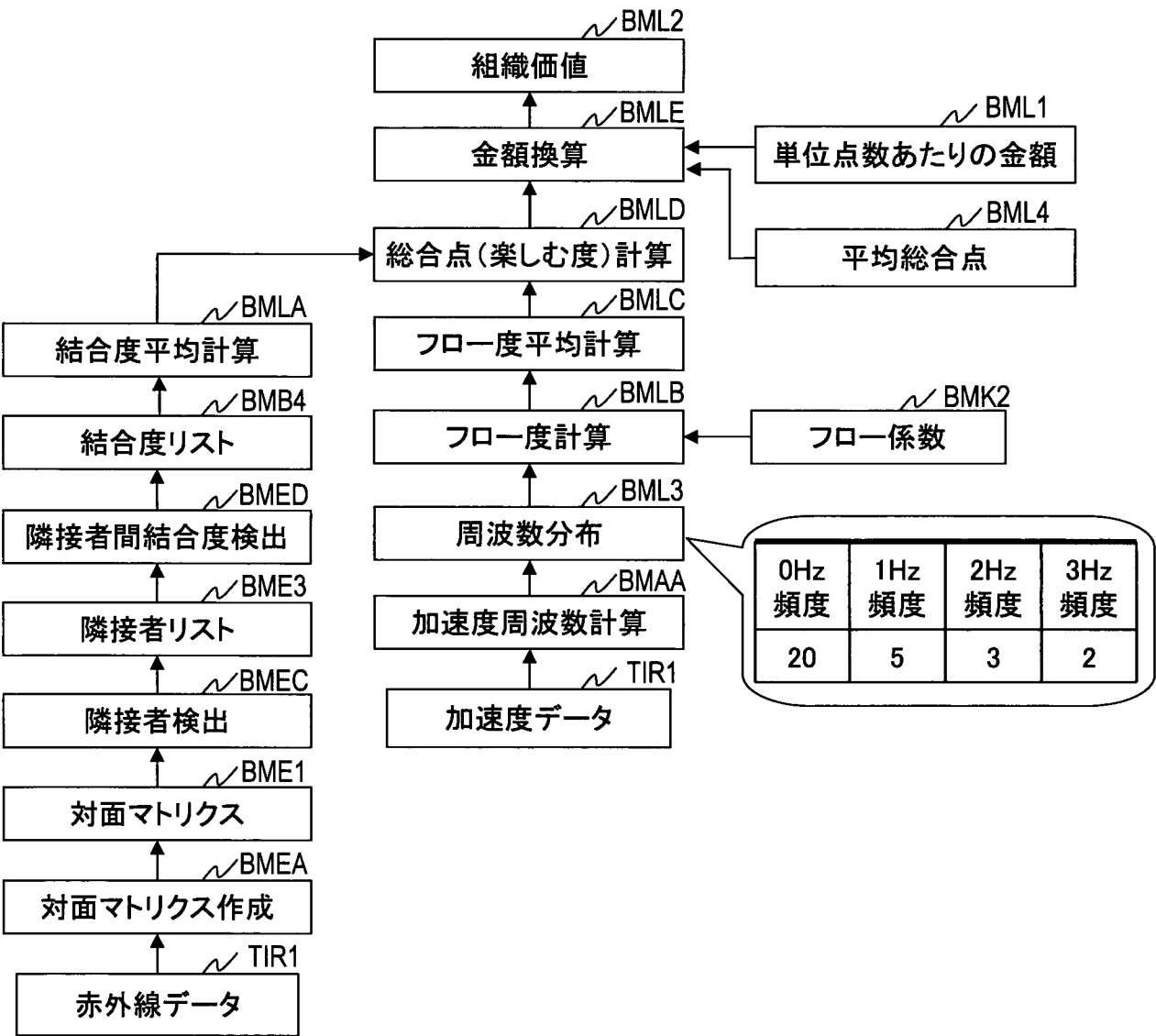
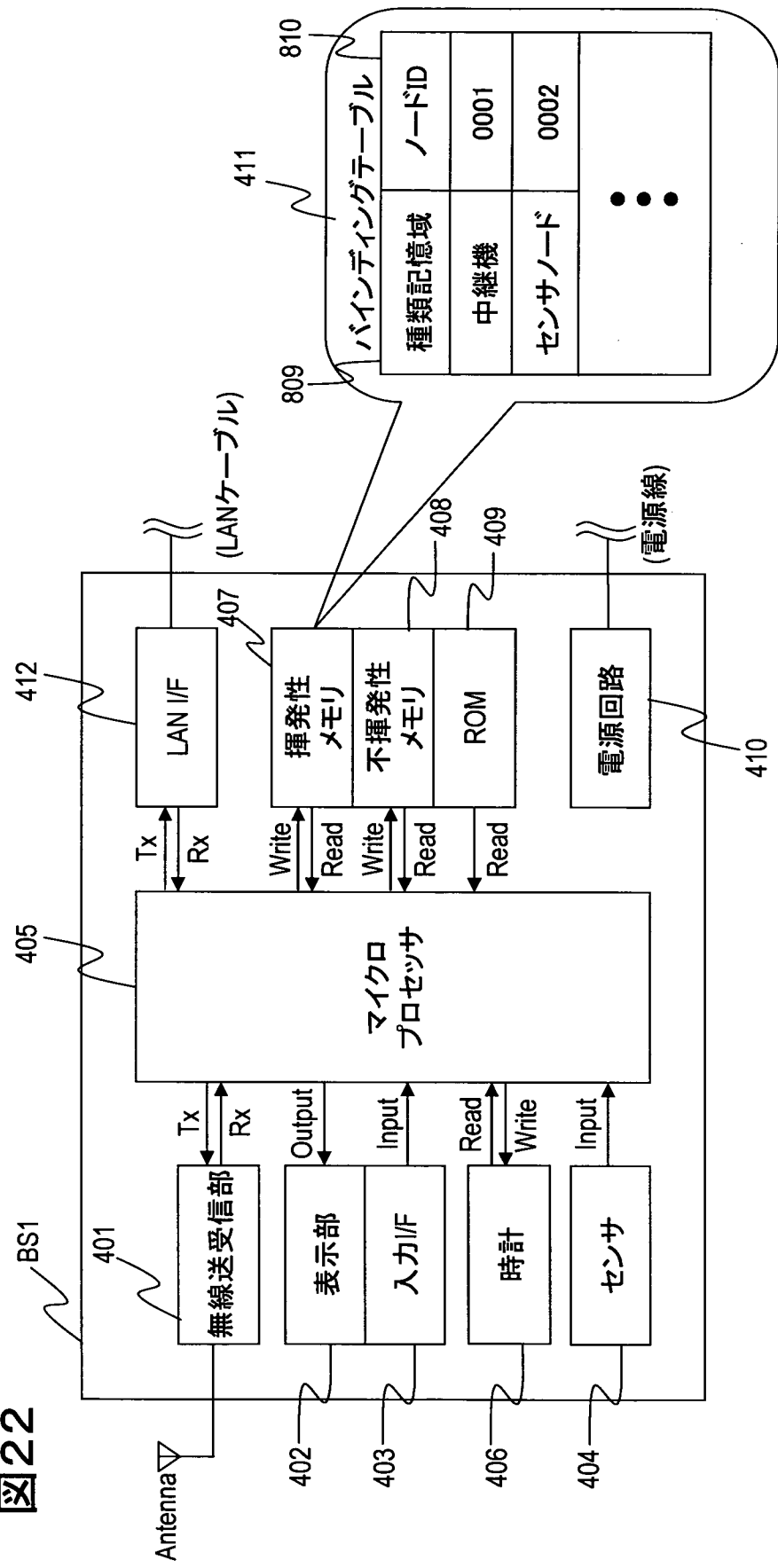


図22



26/28

図23

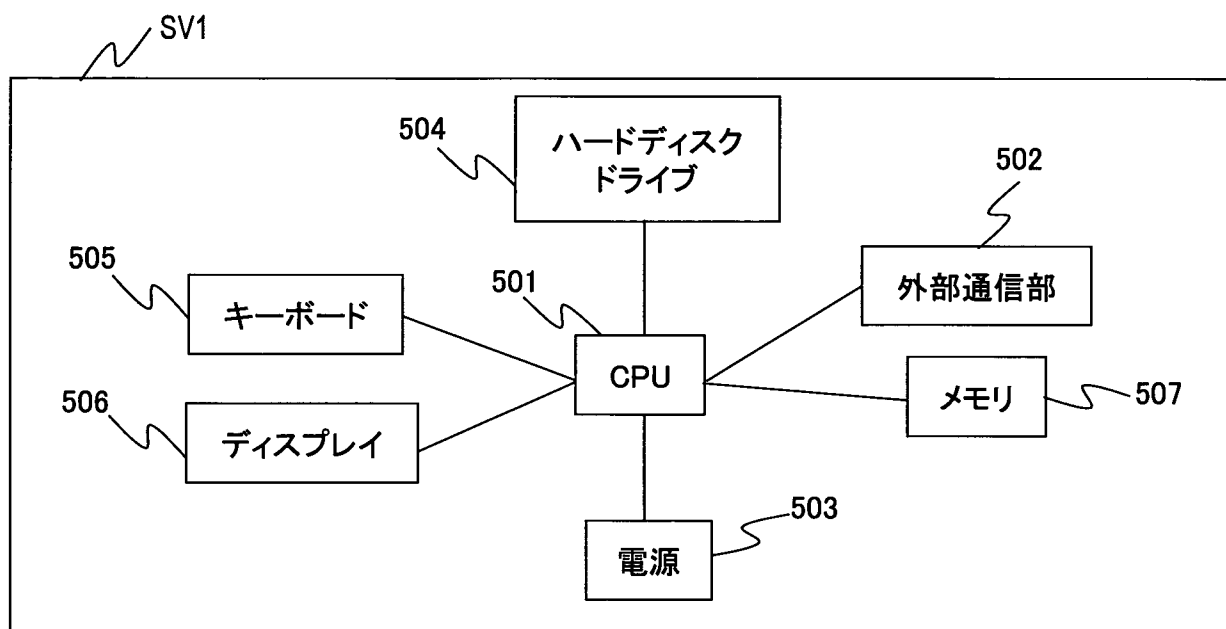


図24

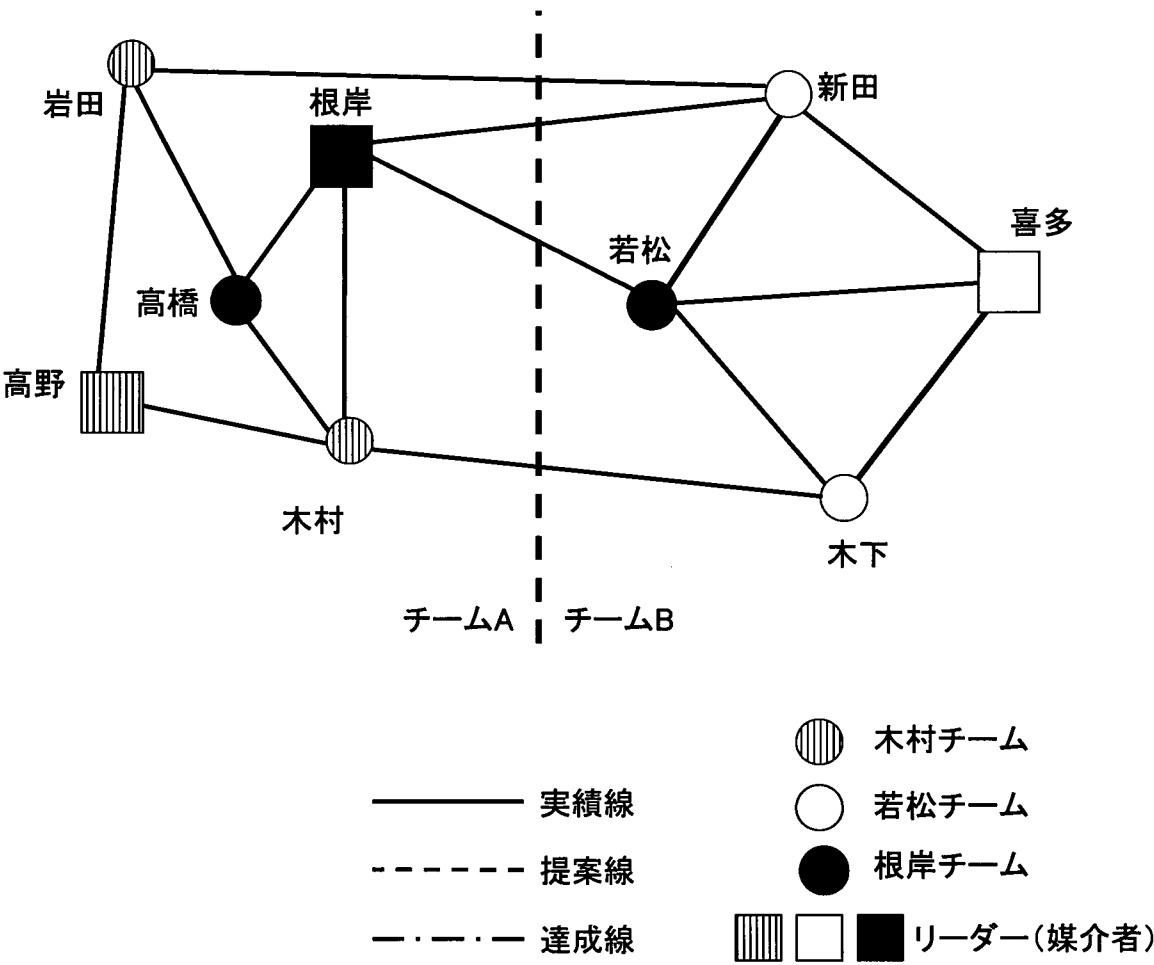
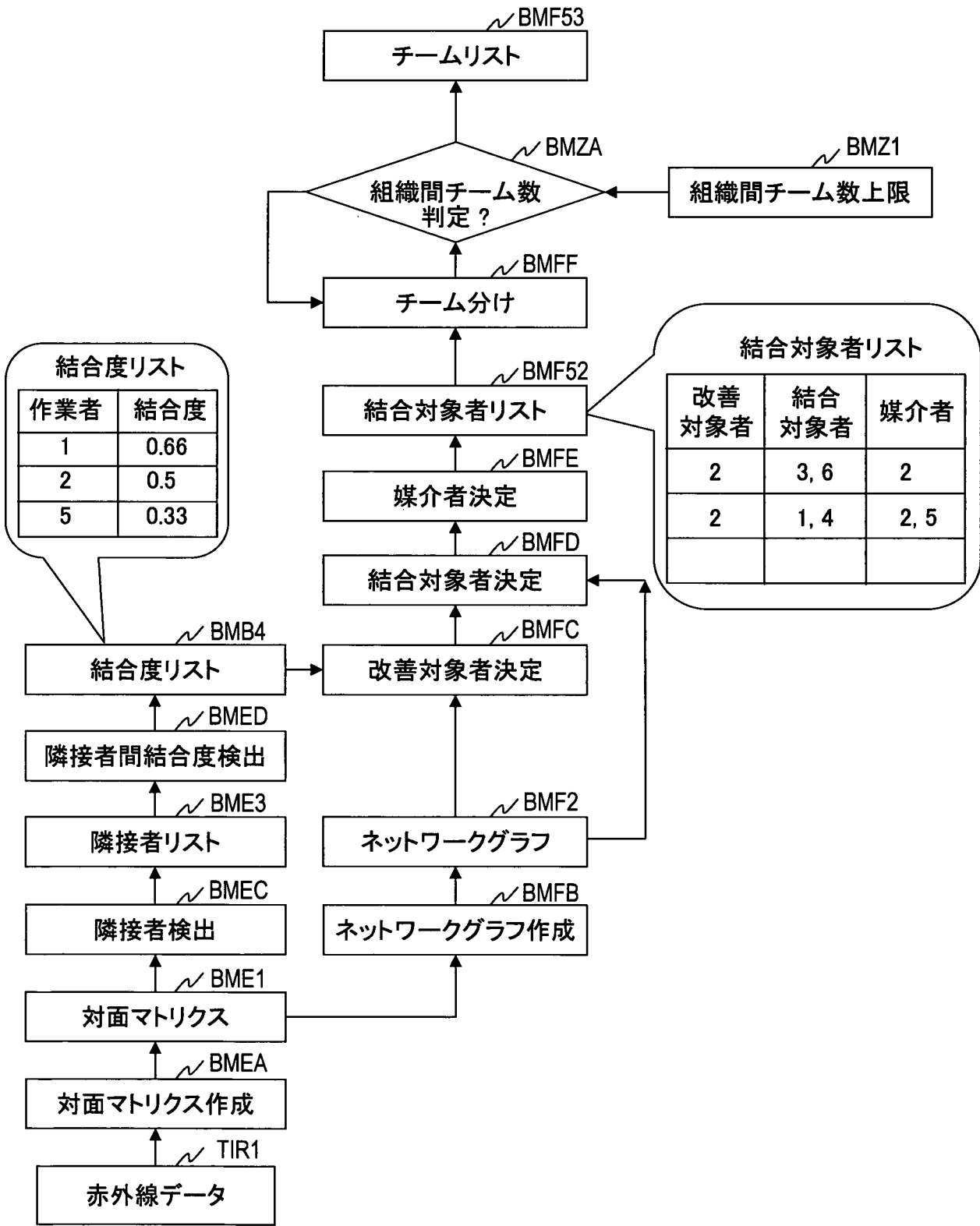


図25



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/054068

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06Q10/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06Q10/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2010

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2010 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-287690 A (Hitachi, Ltd.), 27 November 2008 (27.11.2008), entire text; all drawings & US 2008/0263080 A1	1-15
A	JP 2008-210363 A (Hitachi, Ltd.), 11 September 2008 (11.09.2008), entire text; all drawings & US 2008/0183525 A1	1-15
A	Satomi TSUJI, 'Visualization Method of Communication-Style by "Business Microscope"', IEICE Technical Report, 23 September 2007 (23.09.2007), vol.107, no.241, pages 37 to 42	1-15

☐

Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 May, 2010 (12.05.10)

Date of mailing of the international search report

25 May, 2010 (25.05.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G06Q10/00 (2006.01) i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G06Q10/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2008-287690 A (株式会社日立製作所) 2008. 11. 27, 全文, 全図 & US 2008/0263080 A1	1-15
A	JP 2008-210363 A (株式会社日立製作所) 2008. 09. 11, 全文, 全図 & US 2008/0183525 A1	1-15

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 2 . 0 5 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

2 5 . 0 5 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

中内 大介

5 L

3 8 5 3

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 6 2

C（続き）． 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	辻 聡美, 「ビジネス顕微鏡」を用いたコミュニケーションスタイル可視化方法 Visualization Method of Communication-Style by "Business Microscope", 電子情報通信学会技術研究報告, 2007.09.23, Vol.107 No.241, 37-42 ページ	1-15