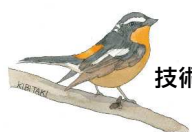


# 人間行動ビッグデータを社会実装可能にする “ビジネス顕微鏡<sup>®</sup>”



技術解説

合 田 徳 夫\*

Business microscope that enable to implement  
Human BigData in society

Key Words : Business microscope, BigData, Network

## 1. はじめに

近年、センサは小型化及び高精度化しており、今まで取得出来なかったようなデータが短期間で大量に収集出来るようになってきています。また、それらデータをコンピュータで一気に分析することで、今まで気が付かなかった知見を得ることが出来るようになってきています。いわゆる“ビッグデータ”です。

ユニークなビッグデータを扱うものとして、人集団のコミュニケーションを定量・分析するツール、“ビジネス顕微鏡<sup>®</sup>”が(株)日立製作所中央研究所で研究開発され、(株)日立ハイテクノロジーズから製品化されています。ビジネス顕微鏡<sup>®</sup>を用いてデータを取得・分析することで、今まで定性的にしか語られていなかった人集団内のコミュニケーションを、ネットワークとして可視化及び定量化することが出来ます。更に、ビジネス顕微鏡<sup>®</sup>の分析結果に従い、組織全体を活性化するための施策を打つことも可能です。意外な施策で受注率や売上を向上させるなど、ビジネス分野ではすでに多くの実績<sup>1,2,3</sup>を出しています。

ビジネス分野では多くの実績のあるビジネス顕微鏡<sup>®</sup>ですが、人集団や組織を研究対象にしているアカデミック領域においても、新しい研究手法を確立できるポテンシャルを秘めていると思われます。特

に、教育学や心理学などで使用実績が増えており、学会発表<sup>4,5,6</sup>や論文などで実績を上げつつあります。

本稿では、ビジネス顕微鏡<sup>®</sup>について、その概要と適用事例、今後の可能性についてご紹介したいと思います。

## 2. ビジネス顕微鏡<sup>®</sup>の概要

ビジネス顕微鏡<sup>®</sup>の主要な構成要素は名札型センサ(図1)で、IDカードのように首にかけるなど、体に装着して使用します。重さは35グラム程度ですので、長時間装着していても苦にはなりません。小学生や幼稚園児に装着してもらい、登校から下校までの一日の活動データを取得した実績もあります。

名札型センサ内の主要な構成要素は、赤外線センサと加速度センサです。名札型センサの上部の黒い部分に赤外線センサが格納されていて、赤外線を出しています。ビジネス顕微鏡<sup>®</sup>を装着している人同士が対面すると、お互いの赤外線センサが反応し、対面相手の名札型センサのID番号を内蔵メモリに記録します。これにより、いつ誰と対面していたかがデータとして残ります。ただし、赤外線センサの反応距離は約2~3mですので、それ以上離れている場合は対面データとしては残りません。また、加速度センサでは、体の動きの3軸方向(前後、左右、上下)の加速度を内蔵メモリに記録します。この加速度データから体のリズム周波数を計算します。

赤外線センサで取得した対面データと加速度センサから計算されるリズム周波数を併せて総合的に判断することで、「自ら発言している」「相手の会話を聞いている」「対面しているだけ」などを自動で判定します。条件にもよりますが、80~90%は正確に判定できます<sup>7</sup>。

多くの人に協力してもらいデータを長期間取得するための重要なポイントは、データ取得の被験者に

\* Norio GOUDA

1967年6月生

東京大学 数理科学研究科卒業(1997年)

現在、(株)日立製作所 公共システム事業部 サイエンスク

ラスタ推進センタ 主任技師 理学博士 数学・情報科学

TEL : 03-5632-7941

E-mail : norio.goda.ws@hitachi.com

世界初の組織内コミュニケーション定量分析ツール「ビジネス顕微鏡®」

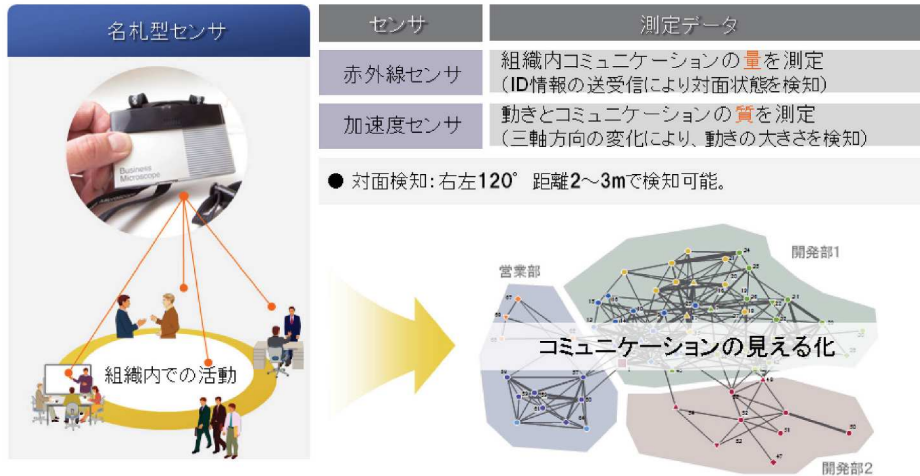


図1 ビジネス顕微鏡®

■外観

- 基地局パソコンとマルチクレイドルの外観と設置スペース (名札型センサーノード:50個セットの場合)



● 名札型センサ



● 赤外線ビーコン



■寸法、仕様

● 名札型センサ

項目	内容
外形寸法	H60.7xW86xD11.5mm(突起含む)
質量	約33g
バッテリー	リチウムイオン電池 連続動作可能時間 約24時間(満充電時)
防水	防水加工無し
耐衝撃	落下高さ 30cmまで
仕様温度、湿度	温度0~40°C 湿度10~90%

● マルチクレイドル

項目	内容
外形寸法	H301xW120xD22.1mm(突起含む)
質量	約461g
電源電圧	DC12V 1A(専用ACアダプタによる供給)
仕様温度、湿度	温度0~40°C 湿度10~90%

● 赤外線ビーコン(円柱型)

項目	内容
外形寸法	[本体][表面]φ88.7xH26.8mm(突起含む) [裏面]φ92.0mm [トレー]φ96.6x15mm
電池	単3形乾電池 (マンガン電池orアルカリ電池) 3個使用、連続動作可能時間 約3か月
質量	[本体]約85g (電池含まず) [トレー]21g
仕様温度、湿度	温度0~40°C 湿度10~90%

図2 ビジネス顕微鏡®のシステム構成例

対し、ビジネス顕微鏡®を使うことで余計な負担を掛けないことです。ビジネス顕微鏡®は、この点もよく考慮されているツールです。図2に名札型センサが50個の場合のシステム構成例を示します。名札型センサは専用クレイドルに挿し充電しますが、充電と同時に基地局パソコンへのデータ転送も自動で行います。このため、名札型センサをつけてデータを取得する被験者は、データ取得時に自分の名札型センサをクレイドルから抜き装着し、データ取得終了時に名札型センサをクレイドルに戻すだけです。

データ取得やデータ転送のために、パソコンなどのIT機器を使って何か特別な作業や操作を行う必要は全くありません。このため、小学生や幼稚園児でもデータ取得が出来るのです。

3. ビジネス顕微鏡®による行動分析

名札型センサで取得したデータを、基地局パソコンにインストールされている専用プログラムで処理すると、被験者毎に行動分析結果が出力されます。図3に主要なものを示します。



図3 ビジネス顕微鏡®による行動分析結果の例

「時間の使い方」では、名札型センサの装着者の一日の活動内容が日毎に表示されます。“対面（双方向）”、“対面（ピッチャー）”、“対面（キャッチャー）”、“対面（同席）”、“デスクワーク”、“作業その他”、“外出”の7種で分類されます。双方向はお互いに会話を積極的にやりとりしていること、ピッチャーは話し手であること、キャッチャーは聞き手であることを表しています。このように、コミュニケーションの質を定量化及び分類してくれます。

「対面コミュニケーション」では、「時間の使い方」からコミュニケーションの部分だけが抜き出され、コミュニケーションが多い順に対面相手がランキングされて表示されます。双方向、ピッチャー、キャッチャーといったコミュニケーションの質を含め、その定量的な時系列変化も表示されます。

「ライフログ」では、加速度センサの各方向の加速度値や対面人数などが時系列で表示されます。

「Nステップネットワーク」では、各被験者を中心にしたネットワーク図がそれぞれ描かれます。被験者（赤）を中心に、1ステップで対面している相手（青）と2ステップで対面している相手（緑）が描かれます。

また、これらの行動分析結果を、CSVファイルで出力することも可能です。対面データと加速度セ

ンサのデータなので、CSVファイルの数値データだけを見ていると、非常に素朴なデータということが分かります。ただし、素朴なデータということは、レゴブロックのように自由に組み合わせを考え、自分が持っている仮説を説明するための指標を作ることが出来るということです。教育学などでの研究においても、CSVファイルの数値を用いて仮説検証などを行っています。

このようなデータをもとに、組織内のコミュニケーションネットワークを詳細に描いた一例が、図4になります。色がついたノードは個人を表し、その横の数字はID番号を表わします。また、ノードを結ぶ線は2人の間にコミュニケーションがあることを意味し、2人のコミュニケーション量が多いほど、線が太くなるように表されています。

組織内コミュニケーションをネットワークとして可視化できるようになると、「組織内のどこでコミュニケーションが密なのか、疎なのか」「部署間でコミュニケーションがどの程度取れているのか」など感覚的・定性的に感じていたことを、定量的に把握することが可能になります。このような効果が、ビジネス顕微鏡®を用いて人集団のコミュニケーションデータを取得する大きなメリットです。

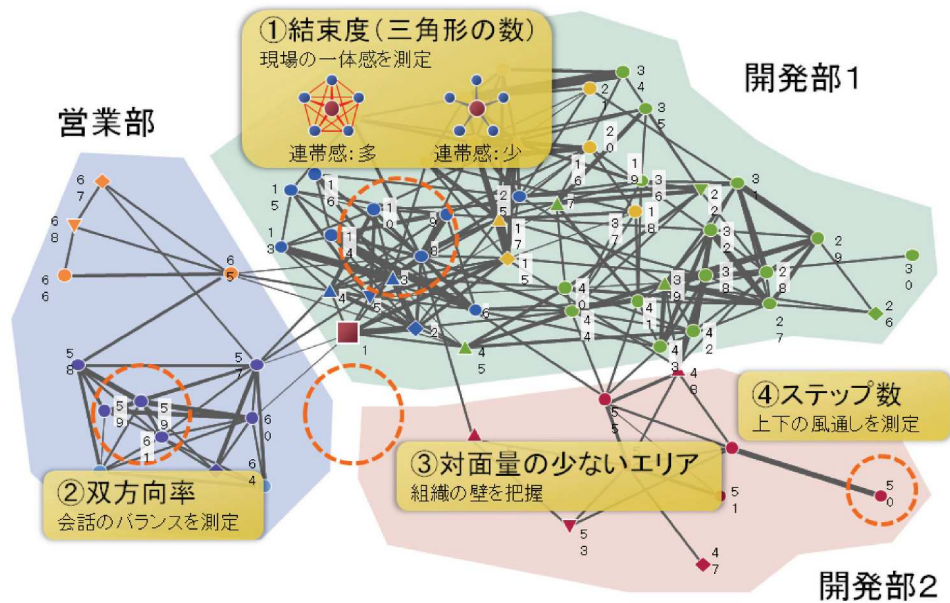


図4 ビジネス顕微鏡®のデータから可視化された組織ネットワークの例

#### 4. コールセンタへの適用事例

ビジネス顕微鏡®の適用イメージを持っていただくために、すでにニュースリリースもされているコールセンタでの受注率改善事例<sup>3</sup>を起承転結で簡潔にご紹介します。

**起：**同じ業務を担当する2つのコールセンタの受注率を比較すると、図5のようにコールセンタAの受注率がコールセンタBの受注率よりも常に低い状態であり、その原因が全く分かっていなかった。そこで、コールセンタAとコールセンタBの社員全員にビジネス顕微鏡®を装着させ、出勤中の行動及びコミュニケーションデータを取得した。

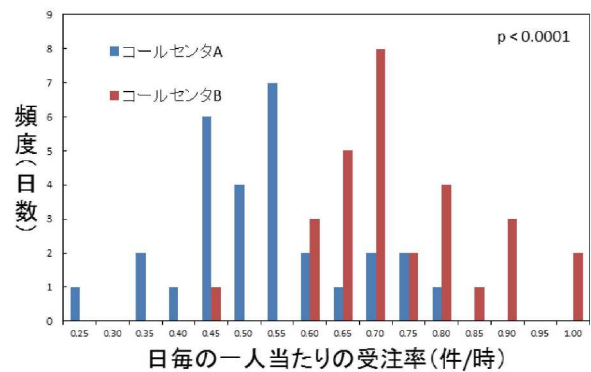
**承：**データ分析の結果、“活発度”（図6）という指標と受注率の間に相関関係があることが分かった。特に、コールセンタAとコールセンタBの社員の活発度を比較すると、休憩中の活発度に顕著な違いがあり、特にコールセンタAの社員は休憩中の活発度が低いことが判明した。（図7）また、社員ネットワークの次数とクラスタリング係数が、活発度に相関していることが判明した。（図8）

**転：**休憩中の活発度と受注率の間の因果関係を確認するために、休憩中の活発度が下がるグループ（チーム1）と休憩中の活発度が上がるグループ（チーム2）を意図的に作り、そ

れ以外は通常通り業務を行ってもらった。その結果、チーム1の受注率は10%低下し、チーム2の受注率は13%向上した。休憩中の活発度が受注率に影響を与えていることが判明し、因果関係が明確になった。（図9）

**結：**社員間の対面コミュニケーションを増やすため、休憩を楽しく過ごせるよう社員の休憩シフトなどを工夫することで、支店Aの受注率を向上させることが出来た。

このように、人集団のデータを一気に取得し分析することで、思いもよらなかった方法で組織全体を活性化することが出来るのが、人間行動ビッグデータの醍醐味です。



2つのコールセンタの業績には有意な差  
（コールセンタBの方が業績が良い）

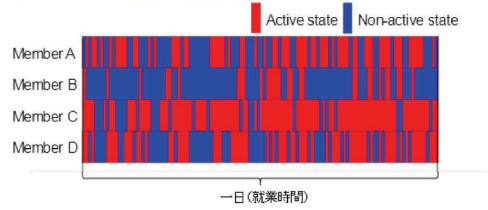
図5 コールセンタAとコールセンタBの毎日の受注率の違い

加速度センサのデータを用いて計算

ACC : 加速度のゼロクロス周波数 (単位時間あたりの振動数)

閾値 > ACC : Active state

閾値 ≤ ACC : Non-Active state



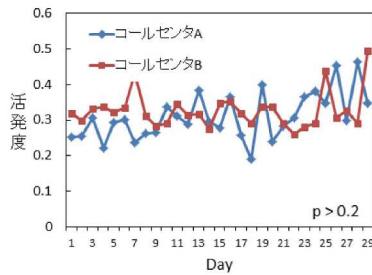
1分ごとにActive/Non-Activeを個人ごとに判定

職場の日ごとの活発度 ≡ 1日ごとに、全ユーザの全状態数に対するActive状態の割合

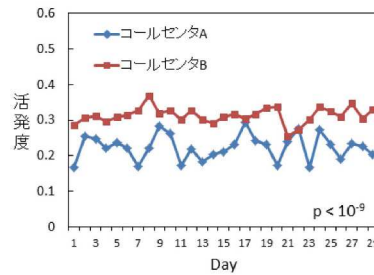
$$\text{活発度} \equiv \frac{\sum_i N_{Active}^i}{\sum_i N_{All}^i}$$

図6 “活発度” という指標の定義

(a) 業務中



(b) 休憩中

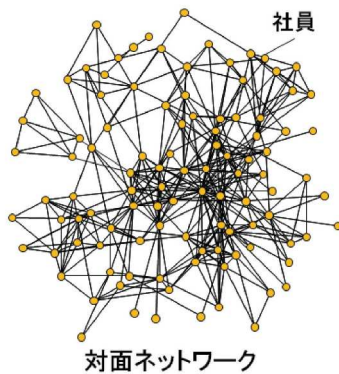


休憩中の職場の活発度に有意な差

(業績が良いコールセンタBの方が活気がある)

図7 コールセンタAとコールセンタBの活発度の違い

赤外線センサのデータを用いて計算



対面ネットワーク

対面コミュニケーションの指標

次数:

社員あたりの対面人数  
(ノードあたりのリンク数)

クラスタリング係数:

コミュニケーションの密度  
(三角形構造の割合)

次数とクラスタリング係数が活発度と有意に相関

相関係数 ~0.4, p < 0.05

→ 休憩中の対面コミュニケーションを活性化すれば良いのではないか

図8 活発度と社員ネットワークの関係性

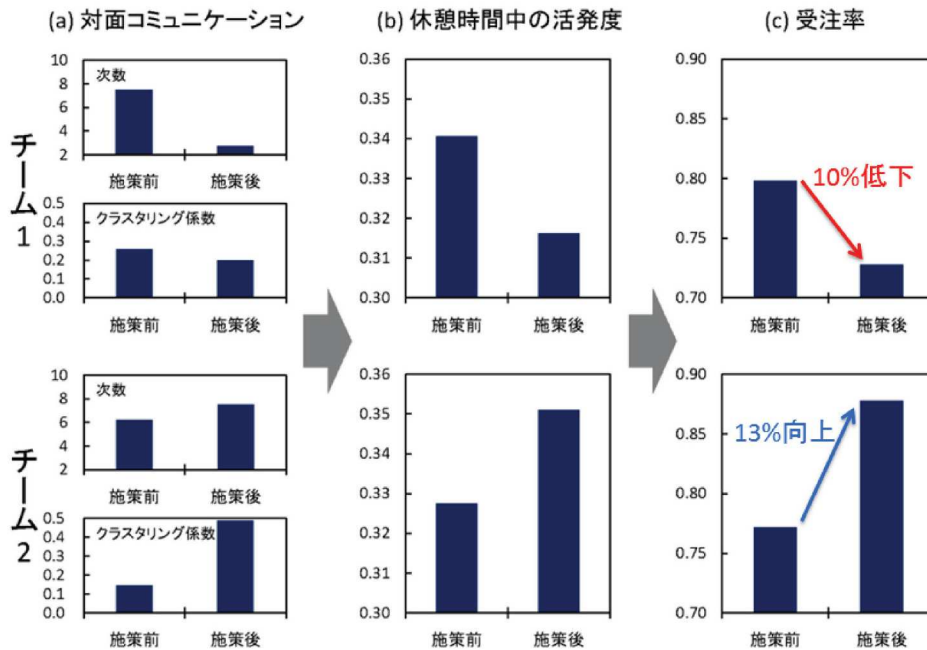


図9 因果関係を確認するための実験

### 5. 大阪大学 COI STREAM での共同研究

2014年4月から(株)日立製作所は大阪大学 COI STREAM「人間力活性化によるスーパー日本人の育成と産業競争力増進/豊かな社会の構築」(プロジェクトリーダー:上野山雄パナソニック(株)フェロー、リサーチリーダー:松本和彦産研副所長)に参画し、ビジネス顕微鏡®を含む様々なセンサデータを用いた教育・スポーツの施策効果の定量化及びモデル化について、生命機能研究科の八木健教授・木津川尚史准教授と共同研究を行っています。ニューロンが脳内で構成するネットワークと人集団が構成するネットワークには、共に“スモールワールド性”という特徴があることが知られています。このことから、「人集団のデータ分析に脳科学の視点を持ち込むことで、人集団やコミュニティが持つ機能や特性に脳機能の類似性を見いだしモデル化出来ないか?」というチャレンジングな仮説を立て、人間行動ビッグデータを取得・分析することでその仮説検証に取り組んでいます。

図10は小学校の様々な授業シーンにおいてビジネス顕微鏡®で先生と生徒のデータを取得し、そのデータをもとに授業をモデル化したものです。データ取得には、北海道大学教育学部の伊藤崇准教授にご協力いただきました<sup>4,5</sup>。矢印はその向きに会話

があることを表し、色で体のリズム周波数の高さを表しています。今までの研究活動で授業中のデータがクリアに取得出来ることが確認できましたので、今後は更に多くのデータを取得することで、「教育施策や教室環境の変更が生徒のやる気に与える影響を可視化・定量化できないか?」などの課題について、ネットワークを用いたモデル化を検討する予定です。

また、中部大学現代教育学部の山本彩未講師が、ビジネス顕微鏡®を用いて幼稚園児の外遊び中のコミュニケーションの可視化・定量化を行い、その成果は高い評価を受けています<sup>6</sup>。

COI STREAMは今までの共同研究とは異なり、企業が主体となり大学との共同研究の成果を2022年までに社会実装することが最終目的です。2022年までにセンサの小型化と高精度化は更に進むことになると考えられますが、ビジネス顕微鏡®を含む様々なセンサのデータを用いて、人間行動ビッグデータを扱うプラットフォームをビジネス展開し社会実装したいと考えています。

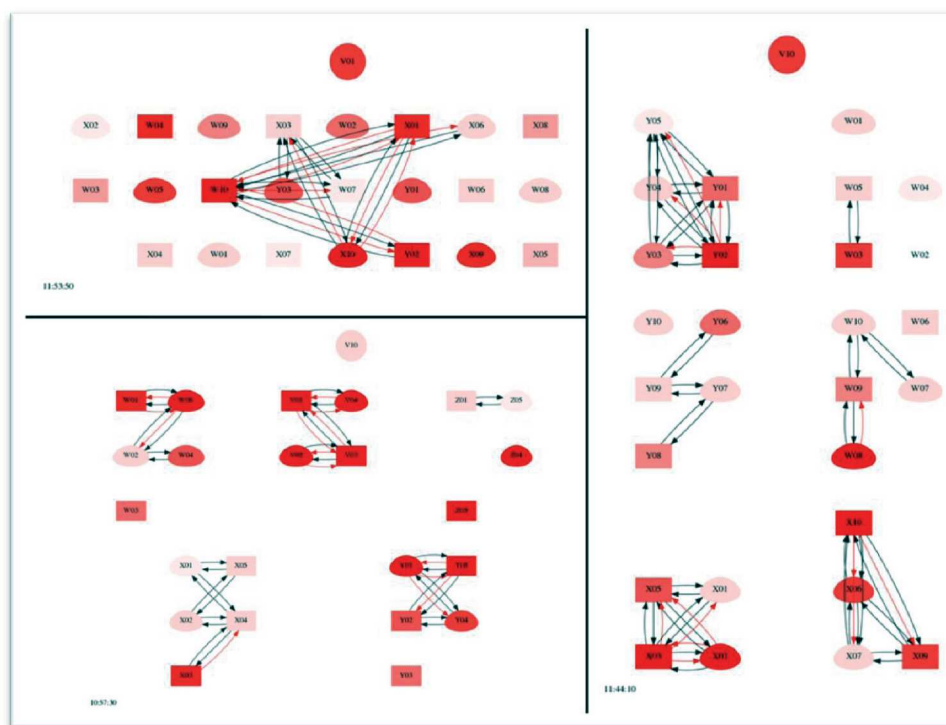


図10 様々な授業シーンでのデータ取得例

参考文献

[1] 矢野和夫, “データの見える手: ウエアラブルセンサが明かす人間・組織・社会の法則”, 草思社, 2014

[2] 森脇紀彦, 大久保教夫, 早川幹, 佐藤信夫, 福岡晋一, 矢野和男, 小野貴司, 妹尾大, “人間行動ビッグデータを活用した店舗業績向上要因の発見”, 日本統計学会誌, 第43巻, 第1号, pp.69-83, 2013 September

[3] 渡邊純一郎, 藤田真理奈, 矢野和男, 金坂秀雄, 谷川智之, “コールセンタにおける職場の活発度が生産性に与える影響の定量評価”, 情報処理学会論文誌, 54(4), pp.1470-1479, 2013

[4] 伊藤崇, 一柳智紀, 合田徳夫, “行動計測システム「ビジネス顕微鏡®」の授業研究への応用可能性”, 教育工学会第30回全国大会, 2014

[5] 伊藤崇, “授業に参加する児童の身体リズム「ビジネス顕微鏡®」を用いた授業研究の試み”, 日本教育心理学会第56回総会, 2014

[6] 山本彩未, 花井忠征, 朝元尊, “ビジネス顕微鏡®を用いた幼児の人間関係の可視化の試行—幼稚園年長5歳児クラスを対象とした場合—”, 東海体育学会第62回大会, 2014

[7] 早川幹, 大久保教夫, 脇坂義博, “ビジネス顕微鏡®: 実用的人間行動計測システムの開発”, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J96-D, No.10, pp.2359-2370, 2013 October