

Meeting Mediator: Enhancing Group Collaboration using Sociometric Feedback

Taemie Kim, Agnes Chang, Lindsey Holland, Alex (Sandy) Pentland (2008)

Proceedings of the 2008 ACM conference on Computer supported cooperative work, pp. 457-466

イントロダクション

- グループ・ダイナミクス
 - 社会学者は長い間、小グループのコラボレーションに興味を持ち、どうすればグループがより効果的になるのか？なぜ席が離れたグループと同じ場所にいるグループではパフォーマンスが異なるのか？支配的な行動はパフォーマンスにどのような影響を与えるのか？といった疑問に答えようとしてきた
 - グループ・ダイナミクスは、グループのパフォーマンスと満足度に影響を与える重要な要因であるため、ますます関心が高まっている。
 - グループ・ダイナミクス
 - 社会集団で起こる活動、プロセス、操作、変化、相互依存、相互関係と定義(Shaw, 1976)
 - グループ・ダイナミクスに関するフィードバックは、参加者の行動を修正するのに役立つことが証明されており、それによって満足度やパフォーマンスが向上する可能性がある (Smith, et al., 1959)
 - そのため、グループ・ダイナミクスを正確に測定し、説得力のあるフィードバックを提供する方法は、解決すべき重要な課題である
- 分散型コラボレーション
 - 分散型（離れた場所での）コラボレーションは、今日のグローバル社会において、不可欠なコミュニケーション形態となっている
 - しかし、分散型コラボレーションは、同じ場所でのコラボレーションとはダイナミクスが大きく異なり、その違いがパフォーマンスの低下につながることを示されている (Hinds, et al., 1990)
 - 多くの研究で、音声、チャット、ビデオなどの追加のチャネルによるコミュニケーションの拡張で、分散型コラボレーションの限界を克服しようとしている
 - Mark et al.(1999) は、これらの追加されたコミュニケーションチャネルがしばしばユーザの気を散らす原因になることを発見
 - また、豊富なコミュニケーションチャネルがあっても、離れた場所にいる場合は、グループが同席している場合に比べて、参加者のグループ・ダイナミクスへの関心が低いこともわかった
 - Mark et al.(1999) は解決策の1つとして、会議を進行することを明確な役割とする追加メンバーを加えることを提案←それを自動化されたファシリテーションで！

- 優位的な行動
 - 優位的（支配的）な行動は、グループの社会構造の形成、ひいてはグループ・ダイナミクスの形成において重要な決定要因となる
 - ただ、優位的な参加者は、他のメンバーの参加を阻害したり、自分の考えをグループ全体に押し付けたりすることで、グループ・ダイナミクスに悪影響を及ぼす可能性がある（DeSanctis et al., 1987）
 - しかし、我々は優位性が必ずしも望ましくない行動ではないと考えている
 - なぜなら、優位性は、参加のバランスをとり、より良いパフォーマンスのためのコンセンサスを導き出すのに必要な特性でもあるから（Anson, et al., 1995）
 - このことから、優位性とグループ・ダイナミクスの関係や、それがグループパフォーマンスにどのような影響を与えるのかが疑問視されている
 - この関係をより深く理解して初めて、パフォーマンス向上のための適切な介入を行うことができる
- Meeting Mediator (MM)
 - ソシオメトリックバッジによって収集されたグループ・ダイナミクスのデータをリアルタイムにフィードバックするシステム（図1）



図1. Meeting Mediator。ソシオメトリックバッジ（右下）がグループ・ダイナミクスを捉え、それが携帯電話（左上）にリアルタイムでフィードバックされる。

- ソシオメトリックバッジ
 - バッジは、体の動き、他のバッジとの近接性、話す速度や声のトーンなどの発話特性を感知することができる

- 携帯電話での視覚化
 - 本システムでは、これらのデータを各ユーザーの携帯電話上でリアルタイムに可視化することで、グループコラボレーションのパターンの変化を促している
 - 4人の参加者は、それぞれ画面の隅にある色付きの四角で表される（図2）

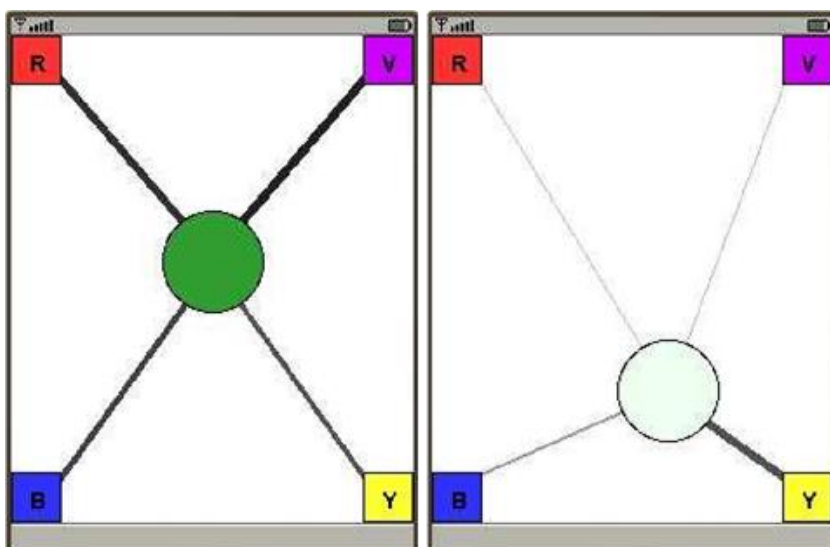


図2. 携帯電話での視覚化により、グループコラボレーションにおけるバランスとインタラクティブ性が強調されている：バランスが取れていて非常にインタラクティブな状態（左）、バランスが取れていなくてあまりインタラクティブでない状態（右）。円の色はグループのインタラクションのレベルを、円の位置は参加のバランスを、線の太さは発言時間を表している。

- 四角の色は各参加者のバッジや座席の色と同じである
- 中央の円の色は、インタラクティブ性を高めるために、白と緑の間で徐々に変化し、緑の方がインタラクティブ性が高いことを示す
- 参加者のバランスは、円の位置によって表示される
 - 参加者が話せば話すほど、円を自分の角に引き寄せる力が強くなる
- さらに、各メンバーの発言時間を、中央の円と各メンバーのコーナーを結ぶ線の太さで表示することで、バランスのとれた発言を促す
- この表示は 5 秒ごとに更新され、新しい会議が始まるたびに再初期化することができる
- 携帯電話はテーブルの上でユーザーと向き合い、ユーザーの関心の周辺にあることを意図している
 - ディスプレイは徐々に更新され、ユーザーが常に注意を払う必要がないようになっている
 - また、文字や細かい部分はあえて表示させず、ちらっと見るだけで情報が得られるようにしている

理論と仮説

- MM の効果
 - MM インターフェースは、各参加者を表す円と角を結ぶ線の太さによって、一人当たりの絶対的な発言量を視覚化することで、発言の動機付けを行う。したがって、
H1. MM は、より多くの発話を促す
 - 中央の円の色によって、MM は参加者がよりインタラクティブになることを促す。ここでは、主な発言者が変わる頻度をインタラクティブ性と定義している。このことから、
H2. MM は、グループのモチベーションを高め、より高いインタラクティブ性を実現
 - 最後に、MM は周辺機器であり、個人的なディスプレイであるため、参加者に不快感を与えないと考えられる。したがって、
H3. MM の携帯電話のインターフェースは気にならない
- 優位性の効果
 - Levine et al. (1990) は、優位的な人の典型的な行動として、背筋を伸ばす、アイコンタクトを維持する、身体的・言語的に侵入する、他の人よりも頻繁に話す、他の人よりも頻繁に話しかけられる、などを報告している
 - これらの行動のいくつかは、ソシオメトリックバッジで容易に検出できる社会的シグナルであり、我々は次の仮説を立てた
H4. MM は優位的な個人を特定できる
 - 先行研究で検証されたもう一つの興味深い現象は、優位的な人からグループの他のメンバーへの気分の伝染である
 - 例えば、リーダーがポジティブな気分でいると、グループのメンバーもポジティブな気分を経験し、ポジティブな口調を獲得し、協調性が高まるというものである (Sy et al., 2005)
 - 気分は、顔、声、姿勢などの手がかりを介して伝達されるため、従来の方法である自己申告による気分と同様に、行動データを用いてワークグループの気分を把握することができる (Bartel et al., 2000)
H5. MM は、優位的な人が非優位的な人に与える影響を特定できる
- MM と優位性の相互作用
 - MM は分散型グループと同席型グループの間の行動上の違いを軽減することができる
 - Rosa and Mazur (1979)は、グループが分散しているとメンバー全員が対面している場合と比べて、優位性などの社会的情報のシグナルが異なることを発見

- MM は、話し方や体の動きなど、共同作業中に発生する主要なソーシャルシグナルを検出
- 多くのソーシャルシグナルが失われている分散型コラボレーションでは、人々は残りのソーシャルシグナルにむしろあまり注意を払わないため、コミュニケーションはさらに妨げられてしまう
- これらの失われ、弱まったソーシャルシグナルをフィードバックによって補強することで、MM は分散型グループと同席型グループの間の行動上の違いを軽減することができると考えられる

H6. MM は同席型作業と分散型作業の差を縮める

- 気分の伝染はソーシャルシグナルを介して伝達されるので、MM はソーシャルシグナルを増大させ、強調することで、この気分の伝染を強化する

H7. MM により、優位的な人とそうでない人の差が縮まる

実験

- 参加者
 - 4人ずつ36グループ、合計144人（男性71人、女性73人、平均年齢27.7歳）の参加者
 - 大学のキャンパスやインターネットの掲示板で募集し、時間に対して金銭的な報酬を与えた
 - グループが協力して課題に取り組む際には、グループ・ダイナミクスを測定するために、参加者全員にソシオメトリックバッジが配布された
 - 1つのバッジでマイクが故障したため、36グループ中13グループで1人の参加者の音声特徴が記録されなかった
 - そのため、音声障害のなかったグループの1人の音声データを無作為に廃棄
 - 以下では、4人のうち3人のデータを用いて、すべてのグループの音声特徴を計算する

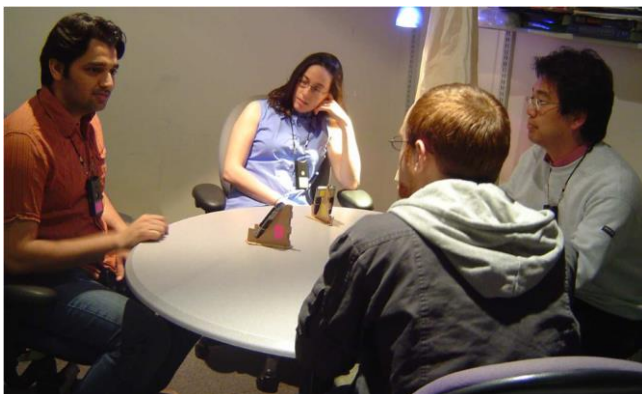


図3. 実験のセットアップ。4人の参加者が、ソシオメトリックバッジを装着して、ブレインストーミングや問題解決のための会議に参加する。

- タスクと手続き
 - MM の効果を検証するために、携帯電話で MM のフィードバックを受けた 18 グループ（実験条件）と、携帯電話を持たない 18 グループ（統制条件）を比較する参加者間実験を行った
 - 各チームは、まずスコアが記録されない短い練習課題を 1 つ行い、その後、スコア付きの課題を 2 つ行った
 - 1 つのタスク（「同席ケース」と呼ぶ）では、4 人の参加者全員が音声と映像の通信が可能な状態で同席した
 - もう 1 つのタスク（「分散ケース」と呼ぶ）では、グループを 2 つのペアに分け、2 つのペアの間にカーテンを設置することで、電話会議の状況を再現した
 - 学習効果を排除するために、同席ケースと分散ケースの順序はカウンターバランスがとられた
 - 今回の実験では、一般的な会議の目的を考慮して、ブレインストーミングと問題解決の 2 つの会議タイプを評価することにした (Romano et al., 2002)
 - 参加者に与えられた課題は、「20-Questions」というゲームを改良し、ブレインストーミングと問題解決の両方のシナリオを統合した
 - タスクの最初に、各グループには、10 個のイエス／ノーの質問と回答の組が与えられた
 - 各タスクの第 1 段階では、グループは 8 分間、質問と回答の組を満たすアイデアをできるだけ多く共同でブレインストーミングすることが求められた
 - その後、第 2 段階に進み、各グループは 10 分間で「20-Questions ゲーム」の残りの 10 問を解いて正解を決定した
 - 各タスクの後、参加者は実験後のアンケートに記入した
 - アンケートには、自分の性格、グループ・ダイナミクス、各人の各フェーズでのパフォーマンス、そして必要に応じて MM システムの有用性に関する 5 段階のリッカート尺度の質問があった
 - パフォーマンス（すなわちスコア）は、
 - 1) ブレインストーミング段階での正しいアイデアの数
 - ブレインストーミングの段階では、グループはできるだけ多くのアイデアを出すことが奨励され、重複したアイデアや間違ったアイデアがあってもペナルティは課されなかった
 - 2) 問題解決段階で正解を導き出すために使用した質問の数
 - 問題解決の段階では、グループは自由にアイデアを議論してから、実験者に質問する質問を決めた
 - 目標達成のためのインセンティブとして、トップスコアを獲得したチームには商品券が与えられた

- 測定
 - 発話時間
 - ここでは、総発話時間を、他の人による中断や重複発話にかかわらず、個人が発話している時間の割合と定義
 - 個人の重複発話時間の割合は、個人が発話しているときにグループ内の他の人が発話している時間を、そのフェーズで経過した総時間で割ったもの
 - 平均発話セグメント長
 - ここでは、参加者が他の参加者から、あるいは沈黙から会話を引き継ぐことを「ターン」と定義する
 - 次に、「発話セグメント」とは、他の参加者による中断や重複に関わらず、個人からの連続した1つの連続した発話の流れと定義する
 - このセグメントは、他の参加者による発話の中断、またはかなりの長さの沈黙によって終了する
 - 発話エネルギーの変動
 - 我々は、発話エネルギーの変動、つまり発話のボリュームの変動を測定する
 - 発話エネルギーの変動が大きいほど、話者はより表現力豊かでエネルギーッシュな話し方をすることになる
 - 動きのバリエーション
 - 動きのエネルギーとは、一定の単位時間における体の動きの平均量、つまり会話中のジェスチャーの量と定義する
 - 自己認識の優位性
 - タスク終了後のアンケートでは、ユーザーが自己認識している優位性のレベルを評価する質問があり、参加者は5段階のリッカート尺度を用いて回答した。
 - 全参加者のうち、平均値よりも1SD以上大きい値を示した参加者を優位性があると判断し、全参加者の19.4%を優位性があると判断した
 - その後、1人以上の優位的な人がいるグループと、すべての参加者が非優位的であるグループを区別し、36グループのうち19グループ(52.8%)では、1人以上の優位的な人が参加していた(表3)

| | Number of groups |
|-----------------------------|------------------|
| No dominant person in group | 17 |
| 1 dominant person in group | 12 |
| 2 dominant people in group | 6 |
| 3 dominant people in group | 1 |
| 4 dominant people in group | 0 |
| total | 36 |

表 3. ある数の優位的な人を持つグループの数。分析のために、優位的な人がいないグループと、1人以上の優位的な人がいるグループを比較した。

- ブレインストーミング段階で生成されたアイデアの数
 - ブレインストーミングの目的は、できるだけ多くのアイデアを生成することであるため、生成されたアイデアの総数を、ブレインストーミング・フェーズのパフォーマンスの指標として使用する
 - 2つのブレインストーミング・フェーズ（8分間の同席ケースと8分間の分散ケース）において、各個人は平均9.4個のアイデアを生成した
- 正解を得るために使用した質問の数
 - 問題解決の段階では、グループは最大10問の質問をして正しい解答を見つけた。質問数が少なければ高得点、10問以内で正解できなかった場合は0点となった。
 - 平均して、各グループは10問中5.03問の質問を使って解答にたどり着いた

結果

- MMの効果
 - MMは、会話の重複を減らす
 - 平均重複発話時間は、MMありの参加者（mean=31.8%）の方が、MMなしの参加者（mean=49.2%、 $F(1,106)=17.8$ 、 $p<.0001$ 、図4）よりも有意に少ない
 - 話す時間の重複の差が大きかったため、総発話時間は、MMのある参加者（総発話時間の平均=41.0%）の方が、MMのない参加者（総発話時間の平均=57.1%、 $F(1,106)=15.2$ 、 $p<.001$ ）よりも有意に短かった
 - MMは、会話のダイナミクスに非常に強い影響を与えた。主な効果は、会話の重複が劇的に減少したことである
 - これは、MMを使用していないグループは、1つのチームとして活動するのではなく、サブグループに分かれて別々の会話をする傾向があるという私たちの定性的な観察結果と一致している
 - したがって、MMによって視覚的なフィードバックを与えられた参加者は、話す量が少ないにもかかわらず、チームメイトと1つのグループとして共同作業を行う可能性が高くなった

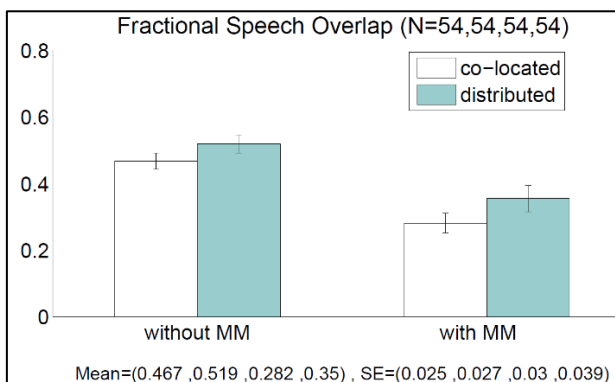


図4. mean= (MMなしの合計時間の49.2%、MMありの合計時間の31.8%)、 $F(1,106)=17.8$ 、 $p<.001$ 。いずれのケースでも、分散ケースの方がより多くの発話が重なっている

- MM はより高いレベルのインタラクションを促す(H2)
 - MM を持つ参加者は、MM を持たない参加者と比較して、発話セグメントの長さが有意に短い (mean=7.4 秒) (mean=10.3 秒、 $F(1,106)=16.8$ 、 $p<.0001$ 、図 5)
 - この関係は、ブレインストーミングと問題解決の両方の段階で維持されている
 - これは、MM がグループの相互作用レベルを向上させたという点で、H2 を支持するものである

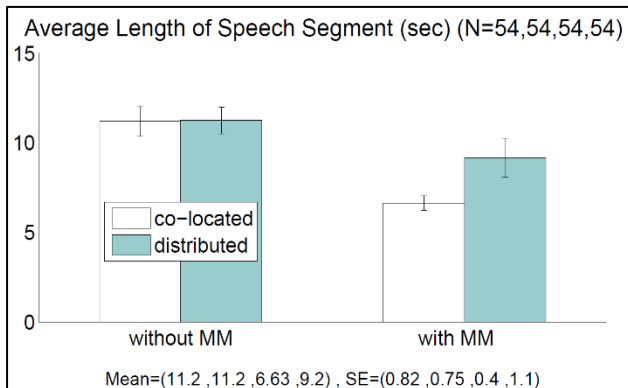
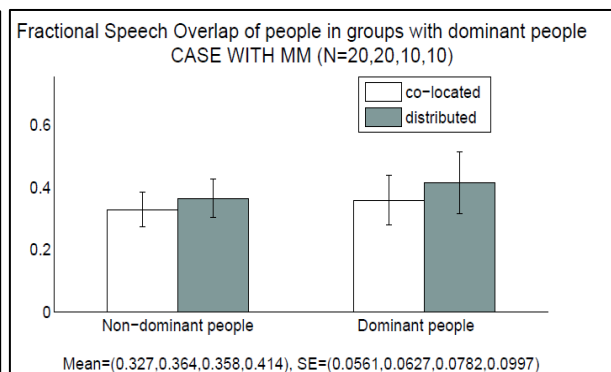
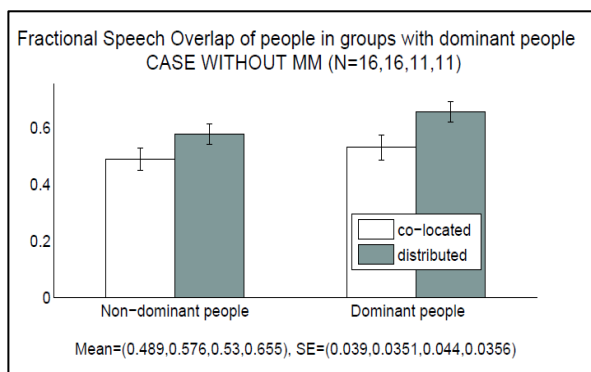


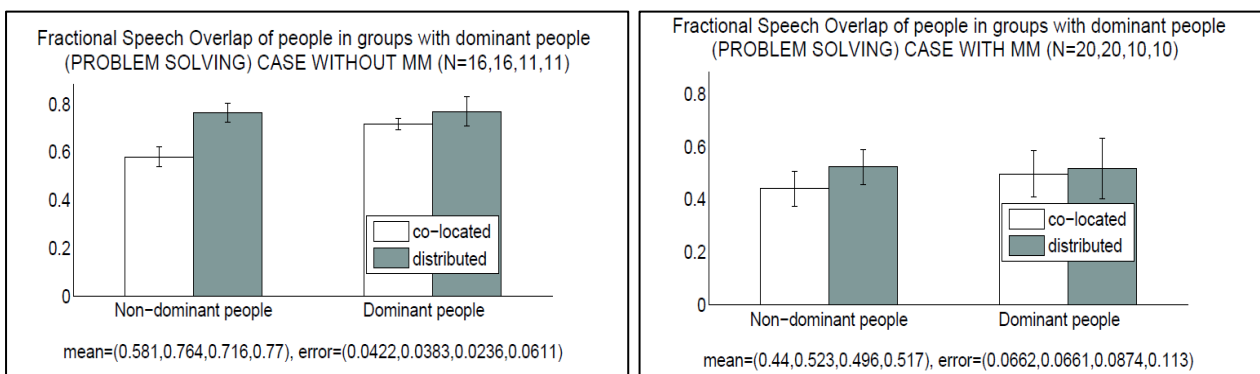
図 5. mean=(MM なし 10.3 秒、MM あり 7.4 秒), $F(1,106)=16.8$, $p<.0001$. この効果は、同席している場合に強く現れる。

- MM の携帯電話のインターフェースは気が散らない (H3)
 - タスク後の調査データでは、気が散る度合いに有意な差は見られなかった (5 点リッカート尺度で平均=1.57 (MM なし)、1.71 (MM あり)、 $F=1.66$ 、 $p=.20$)
 - これらの結果と一致して、MM を持つ人の平均動作エネルギーは、MM を持たない人の平均動作エネルギーと比較して、有意な差はなかった (平均値=MM を持たない人 1.33g、MM を持つ人 1.35g、 $F(1,106)=2.15$ 、 $p=.14$ 、 $g =9.8\text{m/sec}^2$)
- 優位性の効果
 - 優位的な人には明確な行動特性がある (H4)
 - 優位的な人はそうでない人よりも多く話す (平均=非優位的な人の全時間の 54.5%、優位的な人の全時間の 67.2%、 $F(1,52)=4.54$ 、 $p<.05$)
 - 優位な人は、話すときの音量のばらつきが大きい
 - これにより、優位な人は、非優位な人に比べて、話しているときに表現力が豊かで、強調して話すなど、よりエネルギーッシュであることが検証された

- 非優位的な人が優位的な人とグループにされると、より優位的な人のように行動する (H5)
 - (a) 非優位的な人だけとグループ化された非優位的な人 (N=27) と、(b) 1人以上の優位的な人とグループ化された非優位的な人 (N=16) の行動について、参加者間比較を行った
 - 非優位の人が優位の人と一緒にグループになった場合、非優位の人だけのグループになった場合に比べて、より多くのことを話す傾向がある (平均値=非優位だけのグループの場合は全体の 50.7%、優位がいる場合は全体の 60.6%、2 標本 T 検定 : $t(41)=-2.23$ 、 $p<.05$)
- MM と優位性の相互作用
 - MM が分散型コラボレーションに影響を与え、同席型コラボレーションに近づける(H6)
 - この仮説は、すべてのグループを分析しても支持されなかった
 - しかし、優位的な人が 1人以上いるグループに限定して観察したところ、MM は確かに同席作業と分散作業の発話の重複の差を縮めるという証拠が得られた
 - MM がないとき、1人以上の優位的な人がいるグループでは、グループが分散しているときの方が、人々の発話の重複が多く、この効果は優位的な人に顕著であった (非優位の場合、平均値=同席時 48.9%、分散時 57.6%、 $t(15)=-2.06$ 、 $p=.06$; 優位の場合、平均値=同席時 53.0%、分散時 65.5%、 $t(10)=-3.15$ 、 $p<.05$)
 - MM があるとき、1人以上の優位的な人がいるグループでは、同席型の場合と分散型の場合で、有意な差は見られなかった (非優位の場合、平均値=同席時 32.7%、分散時 36.4%、 $t(19)=0.41$ 、 $p=.69$; 優位の場合、平均値=同席時 35.8%、分散時 41.4%、 $t(9)=0.41$ 、 $p=.69$ 、図 6)
 - 我々の仮説を裏付けるように、MM はソーシャルシグナルを強化することで、分散型シナリオを同席型シナリオに近づけた



- MM は、優位的な人と非優位的な人との差を縮める(H7)
 - MM がないとき、問題解決フェーズでは、非優位の方が優位よりも発話時間の重複が少なかった（同席時には、非優位の平均値 58.1%、優位の平均値 71.6%、 $t(25)=2.47$ 、 $p<.05$ ；分散時には、非優位の平均値 76.4%、優位の平均値 77.0%、 $t(25)=0.08$ 、 $p=.94$ ）
 - MM があるとき、すべての参加者の発話時間の重複が少なくなり、優位者と非優位者の差が有意ではなくなる（同席時には、非優位の平均値 44.0%、優位の平均値 49.6%、 $t(28)=-0.50$ 、 $p=.62$ ；分散時には、非優位の平均値 52.3%、優位の平均値 51.7%、 $t(28)=-0.06$ 、 $p=.96$ 、図 8）



考察

- MM が実際にグループのダイナミクスを変えることを示唆
 - MM を導入すると、グループはより礼儀正しく協調的になり、1つのチームとしてうまく機能し、参加者の間でより多くの相互作用とバランスが見られるようになる
 - この効果は、グループに新たなストレスや不満をもたらすことなく起こることが確認された（5段階のリッカート尺度による満足度平均=MMなしのグループで4.27、MMありのグループで4.21、 $F(1,106)=0.29$ 、 $p=.59$ ）
 - しかし、MM とパフォーマンスの間には有意な相関関係は見られなかった
 - ブレーンストーミングのセッションでは、生み出されたアイデアの数には有意な変化は見られなかった（平均値=MMなし10.7、MMあり8.11、 $F(1,106)=3.01$ 、 $p=.08$ ）
 - Wilson (2004) によると、与えられた課題が簡単であれば、コラボレーションが多いほどパフォーマンスが低下する
 - 同様に、問題解決の段階でも、MMの使用による有意な効果は見られなかった（平均値=MMなし4.84、MMあり5.2、 $F(1,106)=1.49$ 、 $p=.23$ ）
 - 我々の定性的な観察によると、あるグループでは、優位的な人が会話を独占し、他の人の参加を制限していたが、他のグループでは、優位的な人が

参加者全員のアイデアを引き出すファシリテーターの役割を果たし、より良いパフォーマンスを実現していた

- 優位的な人には、ソシオメトリックバッジで検出できる明確な特徴があった
 - 各参加者の発話時間、平均発話区間長、発話エネルギーを記録することで、自分自身が「優位的」であると認識している人の 76%を正しく識別することができた
- また優位性はパフォーマンスに興味深い影響を与えた
 - グループ内に優位性のある人がいると、ブレインストーミングには有意なマイナス効果があったが、問題解決には効果がなかった。
 - ブレインストーミングの段階では、優位的な人がいるグループは、アイデアの数が少ない傾向にあった（優位的な人がいないグループの平均=24.3 アイデア、優位的な人がいるグループの平均=16.9 アイデア、 $F(1,16)=4.06$, $p=.06$)
 - これは、グループ内でのソーシャルローフィング（社会的怠惰）が原因である可能性があると考えられる
 - 問題解決の段階では、パフォーマンスに差はありませんでした（優位的な人がいないグループの平均=4.89 問、優位的な人がいるグループの平均=4.78 問、 $F(1,16)=0.02$, $p=.89$)
 - これは優位的な人は、意思決定と合意形成のプロセスを導き、より良いパフォーマンスにつながるということである
- グループ内に 1 人以上の優位者が存在する場合、MM は同席型コラボレーションと分散型コラボレーションの差を縮める効果があった
 - グループが分断されると、優位的な人の他のメンバーに対する影響力が弱まり、多くのソーシャルシグナルが失われた
 - しかし、MM はこれらのソーシャルシグナルを増強し、分散型コラボレーションのグループ・ダイナミクスを同席型の状況と同様のものにした
 - 興味深いことに、この変化は優位的な人がいないグループでは顕著ではなかった
 - これは、優位的な参加者が表現するソーシャルシグナルは、非優位的な参加者のものに比べて、より簡単に検出され、復元されるためであると考えられる
 - また、MM によって失われたソーシャルシグナルが復元されたことで、優位的な人の非優位的な人への影響力が強まり、非優位的な人が優位的な人のように振る舞うようになったためでもあると考えられる