

Title	チームサイエンスの科学に関する動向調査
Author(s)	王, 戈; 松尾, 由美; 佐藤, 賢一
Citation	年次学術大会講演要旨集, 32: 635-639
Issue Date	2017-10-28
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/14855
Rights	本著作物は研究・イノベーション学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Research Policy and Innovation Management.
Description	一般講演要旨

○王戈（科学技術振興機構）、松尾由美（関東短期大学）、佐藤賢一（京都産業大学）

1. 背景と目的

ここ 20 年、複雑な科学的社会的要請に応え、学際研究や超学際研究と言った学問分野やセクターなどを越境しチームで行う研究活動（チームサイエンス/Team Science）が大規模な研究投資先の主流となりつつある。こうしたチームサイエンスが注目され、新たな科学的社会的文化をもたらすことが期待される。そのため、チームサイエンスの効率的・効果的推進、科学的社会的インパクトの解明、すなわち「チームサイエンスの科学（Science of team Science/ SciTS）」が求められる（Hall et al,2017）。

本稿は研究支援者の視点から 2017 年 2 月から 5 月の間に、文献を元におこなった SciTS 動向調査の結果を整理し、その定義、発展経緯、主な知見と課題を紹介し、日本における SciTS 推進に示唆を提供したい。

2. チームサイエンスの科学の定義と系譜

チームサイエンス(Team Science)勃興期においては（10 年前）、チームサイエンスの対象は大規模な学際的チームによる研究活動に限定されていた。しかしのちに、多くの実証データが「チームサイエンスの研究課題や知見は、規模の大小を問わず学際チームによる研究活動、さらには非学際チームによる研究活動にも同様に適用される」ことを示した。そのため現在のチームサイエンスは、「二人以上の研究者が相互依存しながら行う研究活動である」と再定義された（National Research Council, 2015）。すなわち、チームサイエンス(Team Science)は、「科学者がチームベースでおこなう研究活動」と同義である。

一方、チームサイエンスの科学（SciTS）とは、チームサイエンスに影響を与える先行要因やプロセス、状況的要因、アウトカムをシステムティックに研究し、研究現場に実装する学問分野である（Falk-Krzesinski et al., 2010）。SciTS の目的は、チームサイエンスの効率と効果を最大化し、投資者や研究組織、政策立案者、助成機関に知見を提供することである。SciTS の推進は以下の 2 つのコンセプトを基軸とする：（1）エビデンスに基づいて知見を蓄積する、（2）実装する（Hall, 2014）。SciTS を推進する取組は 3 つの方向性を持つ：（1）SciTS の実施（チームサイエンスを研究する）、（2）SciTS の促進、（3）チームベース R&D プログラムの支援（Feng et al., 2010）。SciTS の実施はまた、大きく 3 つのテーマに分けることができる：（1）メタ・イシューの研究。例えば、チームサイエンスの定義やモデル、測定や評価等。（2）チームの研究。例えば、チームの構造や文脈、性質とダイナミクスなど。（3）支援の研究。例えば、チームのマネジメントや促進ツールの開発、トレーニング、人材育成など（Falk-Krzesinski et al., 2011）。

SciTS は「科学の科学」の一分野であり、複数の学問を統合した学際的教育研究分野でもある。SciTS 研究者は、科学の科学、コミュニケーション学、マネジメントサイエンス、心理学、認知科学、公共衛生、情報科学、図書館科学、コミュニティベースの参加型研究、市民科学、患者中心研究などの多様な背景を持っている（Hall et al,2017）。

2006 年に SciTS という言葉が使われてからの 10 年間、SciTS は急速な発展をとげた。その知見は英語圏先進国が主導する公共衛生や環境などにかかる行政主導の社会的介入プログラムや、農学などの研究現場、大学院教育の現場、研究教育にかかる政策策定の現場、研究投資の現場などで活用されている（王, 2017）。

3. チームサイエンスの科学の歴史

SciTS と学問系譜の関係については、主に 2 つの概念がある（王, 2017）：（概念 1）SciTS は米国型トランスディシプリナリ研究（超学際研究；以下、TD 研究）である。公共衛生学の分野から発祥し、学問間、研究者間の壁を越える科学知の統合を求める。インターディシプリナリ研究（学際研究；以下、ID 研究）の延長線上にあるものともいえる。それに対して、欧州型 TD 研究は環境問題やまちづくり、社会の持続的発展などの社会問題を対象とし、研究者間のみならず、研究者と非研究者間の壁も超えて、

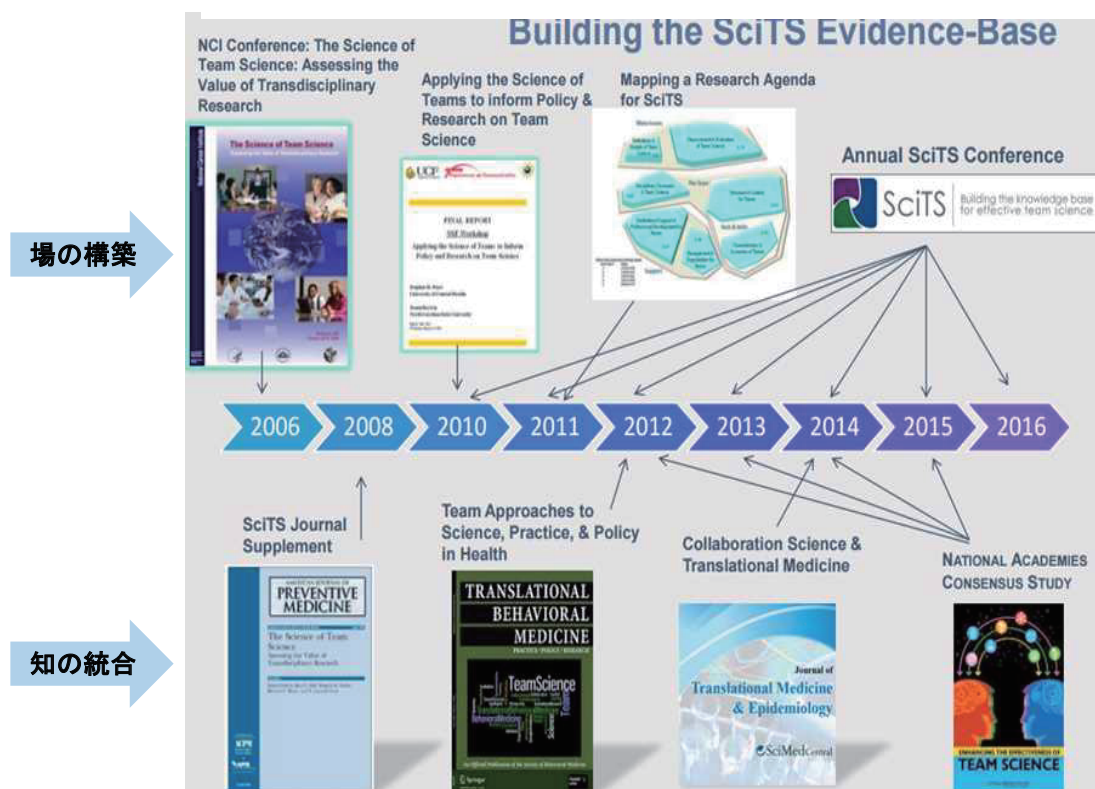
科学知と同様に実践知を重要視するのを特徴とする。即ち、SciTS は知の統合のアプローチだが、欧州の TD 研究は現実問題のソリューションのアプローチであると区別されていた。(概念 2) SciTS には 3 種類のアプローチ、すなわち①ID 研究、②ディシプリンを超える文字通りの TD 研究、そして③研究者と非研究者の壁を超えるトランスセクターの研究、があるとも言われている。実際、SciTS のチーム対象は、研究者間、あるいは研究者と非研究者間の二パターンに限定されていない。また、SciTS の研究課題は現実社会の問題のほか、純粋科学の問題も対象としている。このように SciTS を、科学のより包括的で、新たな概念として提示し理解しようとする考えもある。

著者は、SciTS と ID 研究とが、また SciTS と TD 研究とが、互いに深い関連性を持ち、いずれもが「社会の中の科学、社会のための科学」をテーマとしていること、そして以下の 2 つの仮説を立てた：(1) SciTS が全体として知の統合と現実問題のソリューションの両方を踏まえたアプローチである、(2) 欧州型 TD 研究は、知識生産の過程における研究者を含む人々の意識のあり方に理論的依拠を提供するが、SciTS は人々の行動変化に理論的実践的依拠を提供する。(注：紙面と本稿テーマの関係で、仮説形成に関するエビデンス、論理立ての記述はここで割愛するが、当日発表の場または別の場で詳説する予定)

4. チームサイエンスの科学の推進経緯

21 世紀に入り、世界各地で科学技術イノベーションが促進され、大規模で戦略的な ID 研究、TD 研究への投資が増えている。政策立案者、研究投資者、国民、研究者などのステークホルダーが研究の効率と効果の最大化・可視化を求めるニーズが上がり、SciTS が生まれた。図 1 は SciTS を推進するプロセスに起こった重要な出来事を示す (Hall et al., 2017)。

図 1 SciTS の推進 Hall ら(2017)の図を引用修正



「場の構築」において、(1) 2006 年に最初の問題提起大会の開催、(2) 2010 年に SciTS を検討するワークショップに対する初めての公的資金助成、(3) 2010 年に SciTS 大会が設立され、参加者数 200 を超える国際大会として、以降毎年開催、(4) ステークホルダーを巻きこみ、定性と定量の両方のエビデンスに基づいた SciTS コンセプトマップ作成プロジェクトの実施。また、図に示されていないが、Team Science ToolBox や SciTS メーリングリストなど、SciTS について情報を集約・交換する場も同時作られ、現在も機能している。「知の構築」において最も画期的と言われる成果は、NAS の報告書“Enhancing the Effectiveness of Team Science” (National Research Council, 2015) の出版である。同報告書は、SciTS の当時における現状をレビューし、研究チームや研究センター、組織での協力研究の効率性を高める方法を

まとめた。同報告書の出版年のダウンロード数は17,000回を超え、また、2015年度のNASによる全報告書の中でダウンロード数Top3に入った(Hall et al., 2017)。

SciTSの推進体制に関して、事務局的な役割を果たしてSciTS推進を牽引しているのは数名の特定研究者である。彼らはまたSciTSの概論に関するプレゼンテーションやSciTSの論文をよく発表する研究者でもある。一方、日本でよく指摘されるのはプロジェクトが完了すると、所属が変わる、推進していたものがつつかなくなる、SciTSを引っ張る体制は、過去10年の間、最初のSciTS推進プロジェクトが完了しても、彼ら自身の所属が変化しても、彼らは比較的安定した人数を保ち、事務局としての役割を果たし続けていた。また、SciTS推進の先頭に立つ研究者は、実証研究実践を背景(心理学系)にもつ人が多く、その取り組み方に実証とデザインを重視する傾向(例: 定性のみならず、定量的エビデンスに基づいてSciTSの推進をデザインすることを志向すること)が伺える。一方、NIH、NAS、NSFも10年にわたって、安定してSciTSの推進に対する体制的・資金的な支援を表明・継続している。

5. チームサイエンスの科学の主な知見と今後の課題

過去10年間で、数多くのSciTS実証研究がなされた。その結果、SciTSのスコープをよりよく定義・評価・応用するためのフレームワークやモデル、要因特定などができた。この節では、まず、3つの代表的なモデルを紹介する(Hall et al., 2017)。(1)生態学モデル(図2): TD的チームの成功に影響する要因を可視化した、(2)TD研究の4フェーズモデル(図3): TD的チームサイエンスの効率性とプロセスとを説明した、(3)チームサイエンスを評価するロジックモデル。その上で、TD的研究力のトレーニングに関する研究例を紹介し、最後に今後の課題を述べる。

生態学モデル Stokolsら(2008)はTD的研究チームに関する4分野の実証研究をレビューし、TSの成功に影響を及ぼす重層的な要因を特定し、協働の成功に影響を与える文脈的要因を解明した(図2)。このモデルは、チームサイエンスの成功に影響を与え、かつ介入可能な幅広い影響要因カテゴリとして、次の6項目を抽出した: ①個人内、②対人間、③組織要因、④物理的環境、⑤社会的/政治的、⑥技術的。これらのカテゴリとそれに含まれる個別要因とが、科学的と非科学的チームの協働に影響を及ぼすと実証されており、多様なステークホルダーが参照・活用するモデルとなっている。

4フェーズモデル Hallら(2012)は、TD的チームサイエンスプロジェクトの継続期間中の研究目標とチームプロセスの相互作用に焦点を当て、TD研究のプロセスが次の4つのフェーズに分けることができると仮定した: (1) Development (構築フェーズ)、(2) Conceptualization (概念化フェーズ)、(3) Implementation (実施フェーズ)、(4) Translation (実装フェーズ)。それぞれのフェーズに異なるゴール、スキル、およびチームプロセスが求められる。例えば構築フェーズでは、潜在的な協働者を集め、科学的社会的関心の問題空間を定義する。そのため、チームの重要なプロセスとしては多様な参加者と情報共有と統合知の創造を行うこととなる。他方、例えば概念化フェーズでは、チームメンバーが一緒になってリサーチクエスト、概念的フレームワーク、研究デザインを作成することが求められる。このフェーズのチームプロセスとしては、共通言語、トランザクティブ・メモリーⁱⁱといったチームメンバーの知の統合への「参加を促す」ことが重要となる。このモデルは特に組織のリーダーや助成機関にとって有意義である。

評価のロジックモデル チームサイエンスに関する評価モデルは、これまで概ねロジックモデルを使っていた。それらの評価モデルは、重要な基準の達成や、取組の質の向上、評価のプロセスとアウトカムの設計や予測に役に立つ。Stokols(2005)はTD的チームサイエンスの成功の度合いを事前に事後に測る諸要素(例えば、先行要因、プロセス、アウトカム等)、諸要素を構成する変数、要素間の関連性をモデル化し、縦断調査を通じて実証した。その結果、このモデルの先行要因とプロセスに含まれる変数は、科学的協働に関する短期・中期・長期的なアウトカムに影響を与えることがわかった。

トレーニング効果の研究 Voge et al. (2012)の研究では、TD研究力に関するトレーニング(TDカトレーニング)は参加者のTD的研究力と学術生産性の向上につながり、また、TD的研究力と協働力のトレーニングが重要かつ有効であることを実証した。TREC1 Initiativeが実施された2005年から2010年の間、4つの研究機関を対象とするTDカトレーニングの効果を調べるため、トレーニング経験、TD研究に必要な能力、学術生産性が測定された。TD研究に必要な能力とは、TD研究への態度、TD研究を行うための研究力(例えば、知識を拡張する能力など)、協働力(協働に関する対人間、個人内能力など)を含む。SciTSでは、このようにTDカトレーニングの有効性を解明・促進する実証研究はきわめて重要である。

これまでの知見の意義と今後の課題 SciTSの実証研究と概念的モデルは、以下の4つのことを促進し

た：(1) 発展すべき SciTS の重要分野の抽出、(2) 既存知見の統合、(3) 課題の特定、新しいリサーチクエスションの抽出と必要なプログラムの策定、(4) エビデンスに基づくチームサイエンスの強化・促進・支援。一方、今後の課題として、現実社会の様々な文脈に答え、新しい研究プラットフォーム、方法、アプローチを構築することが期待される。

6. チームサイエンスの科学の代表的実装例

SciTS には以下の 5 つの実装例が存在する (王, 2017)：(1) 研究知見を蓄積共有する場 (例えば、Team Science Toolbox やブログなど) の構築運営。(2) ステークホルダーのネットワークプラットフォーム (例えば、メーリングリストや大会など) の構築。(3) 専門組織・専門職の構築、専門人材の育成 (例えば AAAS Community Engagement Fellows Program)。(4) 促進ツール (例えば、Wizard) の開発・実装。(4) TD 研究力の育成：大学教育や研究者トレーニング、研究提案指導など (例えば、NSF が助成する大学院生育成プログラム SESYNC 等)。(5) 助成機関や政策立案者への提言。

7. 助成機関への示唆

助成機関は SciTS の発展に重要な役割をもつと考えられる。米国では公的助成機関による助成に加えて、研究機関が助成主体となつての助成や、私的研究資金による SciTS 助成制度が増えつつある。また、米国以外においても、SciTS に関連する助成は件数、金額、助成主体機関の数、いずれにおいても増加傾向にある。

SciTS の発展が米国の助成制度の変化に大きな影響を与えた (National Research Council, 2015)。例えば、ここ 10 年、NSF では単独研究代表者の案件数が昔と同じだが、複数研究代表者の案件が増えた。NIH では、2006 年～2013 年、複数研究代表者案件は 3 件から 1098 件まで増えた。また、研究センター (のような組織体) をチームサイエンスの実行主体として扱う形での助成案件が増えた。

過去 10 年間の実証研究から、助成機関は研究者と一緒に、(1) 新しい協働モデルの開発・実施を促進する (例えば、リサーチネットワークやコンソーシアムを構築し運営することができるようになった)。

(2) チームサイエンスのインセンティブを開発する (例えば、昇進や終身資格に関する新しい政策を策定することができるようになった)。(3) リソースを提供共有する (情報リポジトリやトレーニングモジュール等を構築し運営することができるようになった)、といったことを成果としてあげていることがわかる。

SciTS 研究者の立場から見た助成機関の役割は 3 つある：(1) TD 研究 (チームベース研究) の文化形成の担い手となる。(2) 研究への助成のほか、白書やトレーニングワークショップまたはその他のアプローチにも助成する。(3) 評価の新しい指標、モデルを開発・実施する。

8. 日本におけるチームサイエンスの科学の推進の可能性

ここ 10 数年、チームサイエンス的なプロジェクトまたは議論は決して少なくはない。その中身を踏まえつつ著者らは、これまでに述べた米国と欧州を中心とした SciTS の潮流と現在を参考にしつつ、今後は日本における ID 研究、TD 研究、人社自然科学の連携など、様々なスコープで複数の研究者が長年に渡り知の統合をめざすよう研究活動への支援策について議論し、アイデアを提示していきたいと考えている。著者らが本稿で提示した「チームサイエンスの視点、TD 的研究力」という包括的概念が、その取り組みに大きく貢献する可能性を秘めたものであることを期待して。

参考文献

- 1 Falk-Krzesinski HJ, Börner K, Contractor N, Fiore SM, Hall KL, Keyton J, Spring B, Stokols D, Trochim W, Uzzi B. (2010) Advancing the science of team science. *Clinical and Translation Science Journal*, 23:263–266
- 2 Falk-Krzesinski H, Contractor, N., Fiore, S.M., Hall, K.L., Kane, C., Keyton, J., Klein, J.T., Spring, B., Stokols, D., Trochim, W.. (2011) Mapping a Research Agenda for the Science of Team Science. *Research Evaluation*; 20, 143-156.
- 3 Feng A, Vogel, A., Stipelman, B., Hall, K., & Stokols, D. (2010) Mixed-methods Approaches for Assessing Transdisciplinary Collaborations: Evaluating a Center Grant Program of the National Cancer Institute, Presentation at 6th International Conference on Mixed-Methods. Baltimore.
- 4 Hall K.. (2014) Team-Based Science: Strategies for Success, Practical Tools, and Future Directions, (検索日：2017 年 9 月 25 日, http://research.uc.edu/Libraries/Advanced_Seminar_Documents/Hall_CBIIT_2014_1210_1.sflb.ashx)
- 5 Hall K, Brooke A. Stipelman, Amanda L. Vogel, and Daniel Stokols (2017) Understanding Cross-Disciplinary Team-Based Research: Concepts and Conceptual Models from the Science of Team Science, *The Oxford Handbook of Interdisciplinarity* (2 ed.) Edited by Robert Frodeman, Oxford University Press. P339-P355.
- 6 National Research Council (2015) Enhancing the Effectiveness of Team Science, (検索日：2017 年 9 月 25 日, <https://www.nap.edu/catalog/19007/enhancing-the-effectiveness-of-team-science>)

- 7 Stokols, D., Misra, S., Moser, R.P., Hall, K.L., Taylor, B.K. (2008) The Ecology of Team Science Understanding Contextual Influences on Transdisciplinary Collaboration, Am J Prev Med. 2008 Aug;35(2 Suppl), S96-115.
- 8 王戈 (2017 年 6 月 26 日) TD 研究とは何かー研究支援の支援に基づく検討ー, 総合地球研究所・知の接合プロジェクト研究会 (検索日: 2017 年 9 月 25 日; http://archives-contents.chikyu.ac.jp/3793/20170626_wang.pdf)

図 2 生態モデル(Stokols, 2008)

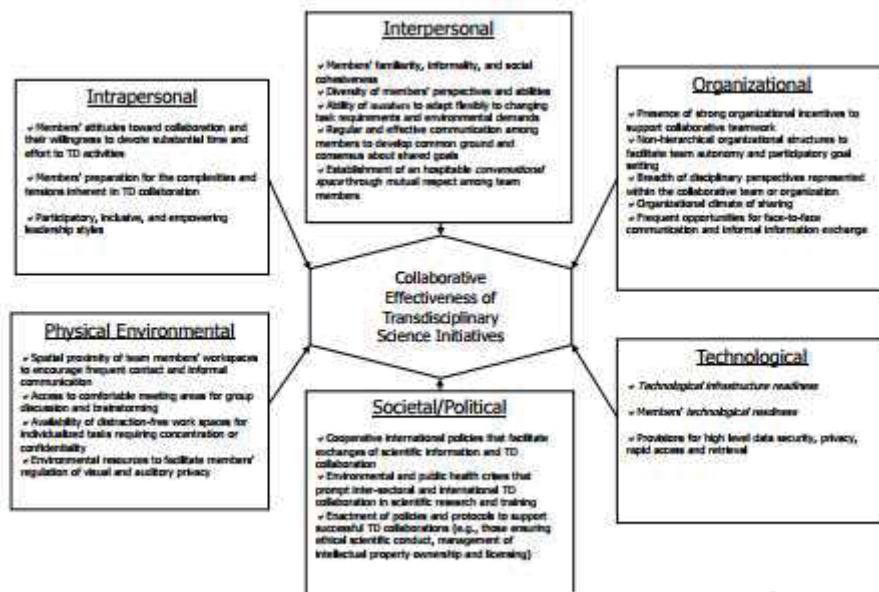
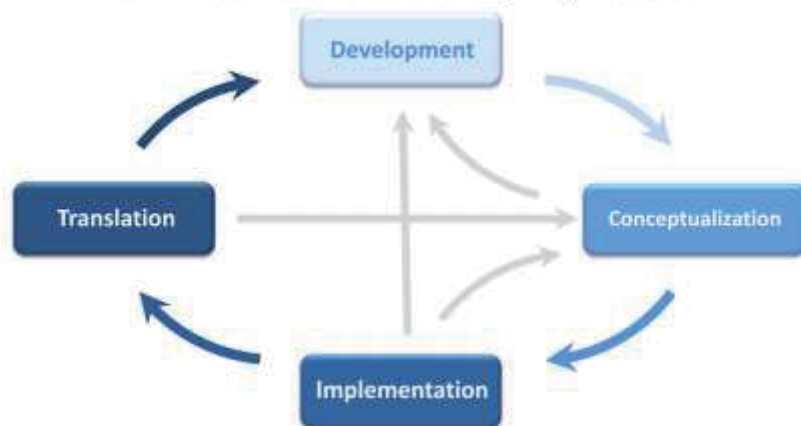


図 3 TD 研究の 4 フェーズモデル

Four-Phase Model of Transdisciplinary Research



i 「問題空間」とは、われわれは、ある問題を与えられると、問題の初期状態(解決すべき問題の最初の状態)、目標状態(最終的に解決が行われた直後の状態)、オペレーター(初期状態から目標状態へ向かうために許されているさまざまな事柄)、オペレーターの制約(初期状態から目標状態へ向かう際にやってはいけない事柄)についての個人的な心的表象をもつ。このような、問題解決に向かう際の心的な表象を問題空間(problem space)と呼ぶ。(検索日: 2017 年 9 月 25 日, <http://www2.ipcku.kansai-u.ac.jp/~ttank/gyoseki/chosho/1991mondaikaiketsu.pdf>)

ii 「トランザクティブ・メモリー」(Transactive memory)とは、1980 年代半ばに米ハーバード大学の社会心理学者、ダニエル・ウェグナーが唱えた組織学習に関する概念で、日本語では「交換記憶」あるいは「対人交流的記憶」「越境する記憶」などと訳されます。組織学習の一つの側面である組織の記憶力(経験によって学習した情報の蓄積)において重要なのは、組織全体が「同じ知識を記憶すること」ではなく、「組織内で『誰が何を知っているか』を把握すること」である、という考え方です。英語でいえば、組織の各メンバーが「What」よりも「Who knows What」を重視し、共有している状態を指します。