

平成 30 年 6 月 8 日現在

機関番号：14202

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K00202

研究課題名(和文)空間メンタルモデルに対する視点と空間参照枠の動的変化のモデル化と応用

研究課題名(英文)Cognitive model construction and application of dynamic changes of perspective taking and spatial references for spatial mental models

研究代表者

小島 隆次(Kojima, Takatsugu)

滋賀医科大学・医学部・准教授

研究者番号：00531774

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、対象間の空間関係についての文章を読解する際の空間メンタルモデルに対する視点と空間参照枠の動的変化特性に関して、心理学実験・調査による検討を行い、認知モデルを構築した。この認知モデルでは、個々の文章に含まれる対象間の空間関係を示す言語表現から、候補となる視点と空間参照枠を複数推定し、読解者の個人特性によってその候補を絞り込むという処理を行う。そして、この認知モデルに基づき、空間記述読解時の空間メンタルモデルに対する視点と空間参照枠の動的変化を逐次自動推定するシステムを開発した。

研究成果の概要(英文)：This research project has conducted psychological studies and constructed a cognitive model about dynamic changes of perspective taking and spatial references for spatial mental models used when reading sentences about spatial relationships between objects. This cognitive model predicts spatial perspectives and references from words in each sentence which describe spatial relationships between objects, and then narrows them by using individual traits. Based on the cognitive model, we have developed a system for automatically predicting dynamic changes of perspective taking and spatial references for spatial mental models used when reading spatial descriptions.

研究分野：認知科学

キーワード：空間メンタルモデル 空間記述 視点 空間参照枠

1. 研究開始当初の背景

例えば「駅前の十字路を右に曲がると、電波塔へ続く直線道路がある。だが、十字路を真っ直ぐ進めば、東に向かうことになる」という文から、電波塔は駅の南に位置すると推定できる。このような、空間情報を含む文を空間記述 (spatial description) と呼ぶ。人が空間記述を理解する際には、空間記述から空間表象を構築し、その空間表象を利用することで、空間記述を理解し、様々な空間的推量を行う。空間記述から構築される空間表象は、メンタルモデル (Johnson-Laird, 1980, 1983) の一種で、空間メンタルモデルと呼ばれる。空間メンタルモデルそのものは、空間記述から推定される空間的関係性という抽象概念であり (Taylor & Tversky, 1992; Tversky, 1997)、空間記述の読解中に空間メンタルモデルが利用される際には、視点と空間参照枠の二つの要素によって具象化される。

空間メンタルモデル利用時の視点には、サーベイ視点とルート視点がある。サーベイ視点では空間メンタルモデルは俯瞰的表象で利用される。対して、ルート視点では空間メンタルモデルは主観視点的表象で利用される。また、空間参照枠は、対象同士的位置関係を示す空間的枠組み (Logan & Sadler, 1996) であり、前後左右等の空間表現の枠組みである観察者中心参照枠や東西南北等の空間表現の枠組みである環境中心参照枠等がある。ある特定の空間メンタルモデルに対する視点・空間参照枠は固定ではなく、自由に組み合わせて利用できる (Pazzaglia et al., 2012)。視点と空間参照枠によって、空間記述を読解中に人が利用している空間メンタルモデルを具体的に表象・表現することが可能となるとともに、空間メンタルモデルそのものの構築・更新の特性を知る手がかりともなる。しかし、空間記述を読み進めるにつれて、空間メンタルモデルに対する視点と空間参照枠が具体的にどのように随時変化していくのか、についての詳細な検討は未だにされていない。

2. 研究の目的

本研究の目的は、空間関係情報を含む文章である空間記述を読解する際の空間メンタルモデルに対する視点と空間参照枠の動的变化特性に関して、①心理学実験による検討を行い、②認知モデルを構築し、③この認知モデルに基づき、空間記述読解時の空間メンタルモデルに対する視点と空間参照枠の動的变化を逐次自動推定するシステムを開発することである。

3. 研究の方法

本研究の目的①～③を達成するために、研究期間内にこれら3つの目的に照らして、以下のような3段階で研究を進めて行く。

まず、空間メンタルモデルに対する視点と

空間参照枠が、空間記述を読み進めていく中で随時どのように変化していくのか、ということについての心理学実験による検討を行う。これは、空間記述を読み進める際の空間メンタルモデルに対する視点と空間参照枠の変化に関する認知モデルを構築するために、記述内で空間情報が付加される度に、逐一その時点での空間メンタルモデルに対する視点と空間参照枠がどうなるのかを実験的に検討するということである。例えば「時計屋の前を西に曲がると、左に市役所が見える」という空間記述であれば、この文全体だけではなく、「時計屋の前」「時計屋の前を西に曲がる」のそれぞれについて、空間メンタルモデルに対する視点と空間参照枠を検討しなければならない。

次に、上記心理学実験の結果から認知モデルを構築するとともに、実験研究で用いられるような統制された空間記述だけではなく、日常で多くの人が生産する多様な空間記述に対しても本研究の認知モデルが広く適用可能となるように、日常の多様な空間状況に対する様々な空間記述の収集調査を実施し、その収集した空間記述に対して、構築した認知モデルの適合性の検討や必要に応じた改良・調整を行う。

最後に、構築した認知モデルや先行研究の知見に基づいて、空間記述読解中の空間メンタルモデルに対する視点と空間参照枠の動的变化を、空間記述から逐次自動推定するシステムの開発を行う (図1)。

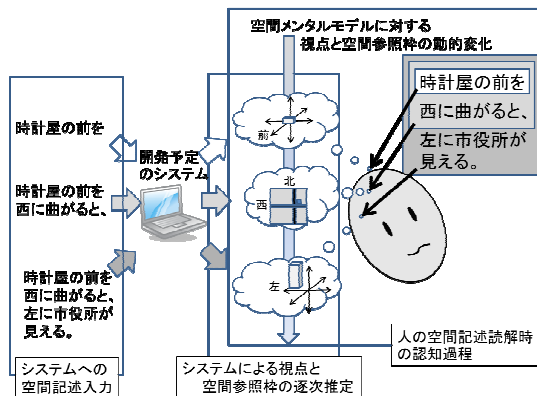


図1. 本研究で開発するシステムの概念図

このシステムでは、空間記述全体が入力されると、まずその空間記述を空間関係が推定できる最小限の記述単位 (最小空間記述) に分割する。そして、最初の最小空間記述に対する空間メンタルモデルに適用される視点と空間参照枠を自動推定して出力する。あとは、順次最小空間記述を付加しつつ、その最小空間記述が付加された時点での空間メンタルモデルに対する視点と空間参照枠を随時推定していく。個々の空間記述と表象される視点や空間参照枠との対応関係は、心理学実験や空間記述収集調査の結果に基づいてタグ付けを行う。

4. 研究成果

(1)2015 年度の成果

まず、研究の目的①に関して、空間記述読解時の空間メンタルモデルに対する視点と空間参照枠の動態を検討する実験を中心に研究を進めた。実験では、「時計屋の前」「時計屋の前を西に曲がる」「時計屋の前を西に曲がると左に市役所が見える」というように、段階的に空間情報が追加されていく形で空間記述を刺激文として提示し、各段階での実験参加者の視点取得と空間参照枠選定の特性を、刺激文に対する空間状況判定課題（視点取得と空間参照枠選定の傾向を検討する課題）と空間記憶課題を用いて検討した。実験結果からは、研究計画時に想定していたような、全実験参加者に共通する認知特性を見出すことはできなかった。しかし、刺激文への課題反応特性を、刺激文中の空間情報量や空間表現を軸として分析することで、空間メンタルモデルに対する視点取得と空間参照枠選定の傾向を特定のカテゴリに分類可能であることが実験データから示唆された。

また、実験参加者が構築するであろうと仮定していた空間メンタルモデルの表象形式について、サーベイ視点が俯瞰的な二次元形式で、ルート視点が一人称（主観）視点的な三次元形式であるという単純な二分法は不適切であることが、実験参加者からの内観報告で示された。

以上から、空間メンタルモデルに対する視点と空間参照枠の設定特性に関する行動実験による検討については、研究計画当初の予想通りの結果とはならなかった。しかし、空間記述が含む空間情報量と空間表現との関係性などの分析・検討の必要性や、空間メンタルモデルの表象形式に関する様々な問題点への対処の必要性といった、今後の新たな研究へと繋がる様々な課題が明確になったという意味では、有意義であった。

次に、研究の目的②に関して、当初計画では 2016 年度実施予定であった、web サーベイによる多様な空間記述文の収集調査を 2015 年度に先行して数回実施し、およそ 500 名分の空間記述データを収集することができた。

さらに、先述の行動実験によって明らかになった問題点のいくつかを検討するために、地図情報に基づく言語的経路指示に関する調査など、空間情報と空間記述との関係性を検討するための調査を数回行った。これら調査の成果は、2016 年度に日本認知心理学会第 14 回大会及び日本認知科学会第 33 回大会にて発表した。

(2)2016 年度の成果

2015 年度に行った研究の成果から、空間記述中の空間情報量や空間表現の種別の組み合わせが、視点取得、空間参照枠選定、空間記憶などの空間認知課題のパフォーマンスに関係することが示唆されたが、空間記述内に含まれる空間情報と空間認知課題のパフ

ォーマンスとの間に簡明な特定の関係性を仮定することは困難であることも判明した。そのため、2016 年度には、まず、研究当初に予定していた認知モデル構築作業の方針再考を行い、空間記述が含む空間情報量や空間表現の分析・検討を優先することにした。

そこでまず 2015 年度に行った空間記述産出課題調査のデータ分析作業を実施した。その結果、空間認知能力に対するメタ認知特性、視点選好性、他者視点の配慮といった個人的特性が、空間記述の空間表現使用に関わることが示唆された。こうした知見に基づいて、日本認知心理学会第 14 回大会での学会発表時には、前年度での成果発表に加えて、迷路の移動経路に関する空間記述データから、上記の空間関連個人特性の傾向を推定するシステムのプロトタイプを開発し、デモを行った（図 2）。

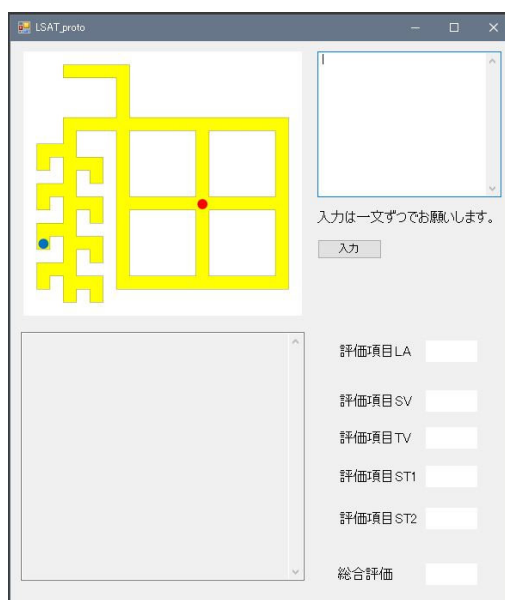


図 2. 空間関連個人特性推定システムのプロトタイプ

また、2016 年度に実施した実験・調査では、これら個人的特性に加え、パーソナリティ特性の内、経路探索や経路指示において重要であるとされる共感性にも注目し、日本語版対人反応性指標（IRI-J）（日道他，2017）を用いて、共感性指標と、空間記述の理解・産出及び空間メンタルモデルに対する視点と空間参照枠の動的変化特性との関係を検討した。その結果、共感性もそうした動的変化特性に対して有効な予測変数となることが示唆された。この研究成果は、2017 年度に英国ロンドンで開催された The 39th Annual Conference of the Cognitive Science Society にて発表をした。

そして、2015 年度から 2016 年度までの研究成果を概観し、人の空間記述読解時の空間メンタルモデルに対する視点と空間参照枠の動的変化に関する認知モデルを構築した。

この認知モデルでは、個々の最小空間記述内の空間詞（前後左右や東西南北などの空間

名詞に、空間的意味を持つ助詞である空間辞が付属した形のもの。例えば、「右に」や「東から」などの表現と参照対象（空間参照枠の基準となる対象）や指示対象（空間位置を指定される対象）を示す言語表現から、ひとまず候補となる視点と空間参照枠を複数推定した上で、読解者の個人特性によってその候補を絞り込むという処理を行う。

(3)2017年度（最終年度）の成果

2017年度は、前年度までの実験・調査の結果、及びこれらに基づいて構築した認知モデルを参照しつつ、空間関連個人特性推定システムのプロトタイプ（図2）を基盤として、研究の目的③で挙げたシステム開発を行い、そのプロトタイプを開発した。但し、このプロトタイプシステムは、空間記述読解中の空間メンタルモデルに対する視点と空間参照枠の変化を、最小空間記述から得られる空間情報と空間関連個人特性とから推定するが、読解者の空間関連個人特性を事前に測定しなければならないという問題がある。そもそも当初の計画では、こうした個人特性を考慮しなくても成立するようなシステムの構築を予定していたため、そうした意味では、残念ながら計画通りのシステムが開発できたとは言い難い。

また、今回開発したシステムの日常生活での応用可能性を探ることを目的として、2017年度末に、スマホなどの携帯情報端末での地図情報利用時の言語による経路指示特性を、経路指示作成課題と地図利用時の地図の向きへの選好性（ノースアップかヘッドアップか）との関係から検討した。実験データから、地図利用時の向きへの選好性は、経路記述における「向く」のようないくつかの動詞の使用との関連性が高いことが示された。そして、このことから、空間記述読解中の空間メンタルモデルに対する視点と空間参照枠の動的变化の推定においても、動詞表現が重要な役割を果たす可能性が示唆された。こうした成果は、2018年度の日本認知心理学会第16回大会で発表する予定である。

(4)今後の展望

今後は、開発したプロトタイプシステムを基にして、推定状態の可視化などを含めたユーザビリティや、システムの推定精度向上のための実験・調査・改良を進めつつ、こうしたシステムの日常生活での応用事例を具体的に提案していく予定である。

また、最終年度に実施した実験結果から、空間記述読解中の空間メンタルモデルに対する視点と空間参照枠の動的变化の推定においても、経路記述と同様に動詞表現にも注目する必要があることが示唆された。そのため、今後は空間記述内の動詞表現が含むうる空間情報の特性についても検討し、本研究計画で当初予定していたような、空間記述内の情報のみから、人の空間記述読解中の空間メ

ンタルモデルに対する視点と空間参照枠の動的变化を自動推定するシステムの実現を目指したい。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 0件）

〔学会発表〕（計 4件）

- (1) 小島隆次, 言語的経路指示と経路指示能力に対する自己評価, 日本認知心理学会第14回大会, 2016年
- (2) 小島隆次, 言語的経路指示の際に参照する地図の向きがもたらす影響, 日本認知心理学会第33回大会, 2016年
- (3) Takatsugu Kojima, The relationship between verbal route descriptions and personal characteristics of empathy, The 39th Annual Conference of the Cognitive Science Society, 2017年
- (4) 小島隆次, 地図の向きに対する選好性と言語的経路指示, 日本認知心理学会第16回大会, 2018年

〔図書〕（計 0件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況（計 0件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小島 隆次 (KOJIMA, Takatsugu)

滋賀医科大学・医学部・准教授

研究者番号：00531774

(2) 研究分担者 ()

研究者番号 :

(3) 連携研究者 ()

研究者番号 :

(4) 研究協力者 ()