

筑波大学 情報学群 情報メディア創成学類

卒業研究論文

時計の表示時間制御による対面協調会議への
影響

伊勢侑将

指導教員 川口一画, 志築文太郎

2024年1月

概要

対面会議を支援する研究には様々なものがあるが、会議参加者の時間的錯覚によるアプローチはまだ行われていない。本研究では、時計の表示時間制御による対面協調会議、特に決定会議への影響について調査を行った。

時間経過速度を操作できる時計を実装し、3人1組のグループにて、タブレットに提示される時間通りに時間が経過する Normal 条件、提示される時間よりも速く時間が経過する Fast 条件、提示される時間よりも遅く時間が経過する Slow 条件の3条件において、コンセンサスゲームを行った。その結果、時間経過速度の変化に気がついた参加者は3人おり、残りの6人は全く気が付かなかったにも関わらず、Normal-Fast 条件および Fast-Slow 条件において、議論時間が十分であると感じたという項目について、有意な差が認められた。一方で、満足度、納得度、時間意識、意見のまとめ具合について有意差は見られなかった。また、コンセンサスゲームにおける各グループの回答をあらかじめ用意された模範解答と比較し算出したスコアについても同様に、3つの条件間における有意差は見られなかった。すなわち、議論時間を提示した時間より短くした場合において、時間が不十分であると感じた一方で、会議の質については顕著な差が見られなかった。

課題として、コンセンサスゲームにおけるシナリオおよびアイテムの精査が必要であることが挙げられた。

目次

第1章	はじめに	1
1.1	背景	1
1.1.1	対面会議とオンライン会議	1
1.1.2	会議の種類と質	1
1.1.3	時間と人間	2
1.2	目的とアプローチ	2
1.3	貢献	2
1.4	本論文の構成	2
第2章	関連研究	4
2.1	対面における会議の支援	4
2.1.1	過去の議論を再利用する	4
2.1.2	発話量を均等化する	4
2.1.3	ファシリテーションを活用する	5
2.2	時間感覚が心身に与える影響	5
第3章	提案システム	6
3.1	設計指針	6
3.1.1	経過時間の表示と操作	6
3.1.2	通知音による時間意識の促し	8
3.2	実装詳細	8
第4章	評価実験	9
4.1	実験条件	9
4.1.1	コンセンサスゲームとシナリオ	9
4.1.2	時間経過の速度条件	13
4.2	実験手順	13
4.3	実験参加者	14
4.4	アンケート項目	14
第5章	結果と考察	15
第6章	制限と展望	19

第7章 おわりに	21
謝辞	22
参考文献	23

目次

3.1	議論開始前	7
3.2	スタートボタン押下から5秒経過まで	7
3.3	議論中	8
4.1	砂漠からの脱出のアイテムカード	11
4.2	雪山での遭難のアイテムカード	12
4.3	NASA ゲームのアイテムカード	12
5.1	満足度	16
5.2	納得度	16
5.3	時間意識	17
5.4	意見のまとまり具合	17
5.5	議論時間が十分か. 有意差が出た条件に*を示す	18
7.1	事前アンケート1	26
7.2	事前アンケート2	27
7.3	事前アンケート3	28
7.4	タスク後アンケート1	29
7.5	タスク後アンケート2	30
7.6	最終アンケート1	31
7.7	最終アンケート1-2	32
7.8	最終アンケート2	33

表目次

4.1	コンセンサスゲームのシナリオとアイテム	10
4.2	アイテムの優先順位の模範解答	11
4.3	グループごとのシナリオと速度条件	14
5.1	シナリオおよび条件ごとの優先順位スコア	18

第1章 はじめに

本研究では、対面協調会議、特に決定会議における残り時間の表示時間速度制御による会議の質に対する影響を調査する。本章では、本研究の背景として、対面会議に関する既存の知見及び課題を説明する。次に、本研究の目的とアプローチ、貢献、および本論文の構成を示す。

1.1 背景

1.1.1 対面会議とオンライン会議

近年、COVID-19の影響によりオンライン会議システムが盛んに利用されている。それに伴い、オンライン会議システムを利用する際の対面会議と比較した問題についての研究がより行われるようになった [1, 2, 3]。特に視線、表情、頷き、及び体の向きのような対面における会話の際に、会話の参加者が無意識に授受していた、非言語情報と呼ばれる情報の欠落を補う研究が盛んに行われてきた。飯塚らは視線情報の欠落により次話者の決定が困難になり発話衝突が起こるといった問題に対して、会議参加者の視線方向を矢印にて擬似的に提示することにより、円滑な話者交替を支援した [1]。さらに、その発展として対面の会話時に生じるF陣形に着目し、オンライン会議においても擬似的に会話における参与役割を参加者に提示するシステムを開発した [2]。

その一方、COVID-19以降、会議の質そのものを向上させることを目的とした研究はあまり行われていない。COVID-19が収束を見せる中、対面における会議が再び増加している。一方でCOVID-19以前には、対面会議において会議の質を向上させる研究は複数なされており、例として過去の議論を再利用するアプローチ、発話量を均等化するアプローチ、ファシリテーションを活用するアプローチが挙げられる。

1.1.2 会議の種類と質

会議の分類には、情報を伝達するための伝達会議、組織間における調整を目的とした調整会議、創造的問題解決のための創造会議、意思決定を行うための決定会議の4種類があるとされる [4]。ここでは、創造会議および決定会議について取り上げる。創造会議の質に関連して、奥本と岩瀬は協調的議論において会議が活性化するためには「多様な意見を受け入れること」が必要である [5] と述べている。さらに、伊藤らは創造会議についてより自由な発言が許

容されることによって、アイデアを出し合い洗練される [6] としている。これらのことから、会議の場により多くの意見及びアイデアが表出することが質の高い創造会議の1つの要因であるといえる。

次に決定会議における質とは何か考える。堀と加藤は優れた意思決定に必要なものとして「質」「満足度」「スピード」の3つを挙げている [7]。すなわち、最適解に近いこと、会議の参加者が納得していること、より短い時間で会議が完了することが質の高い決定会議の要因であるといえる。なお以降、本論文においては、堀と加藤が挙げた「質」については、決定会議全体における質と区別するために「最適度」と表現する。

本研究では、複数ある決定会議における質の要因の中から、特に時間に着目する。すなわち、最適度・満足度を低下させることなく、スピードを向上させることに焦点を当てる。

1.1.3 時間と人間

今日では、腕時計やスマートフォンなどを用いることでいつでもどこでも気軽に時間を確認することができる。このことからわかるように、人間生活と時間は切り離すことのできない関係にある。時間と人間に関する研究はいくつも行われてきており、いくつかの研究においては時間経過を実際とは異なるように認識させることにより、空腹感や疲労度などの心身に影響を与えることが報告されている [8, 9]。一方、対面における会議においてそのような時間的な錯覚を用いるアプローチはあまり行われていない。

1.2 目的とアプローチ

本研究の目的は、会議の質において特に決定会議に焦点を当て、1.1.2 項にて言及した、スピードと、最適度および満足度の間関係について調査することである。この目的に対するアプローチとして、決定会議中の時計の表示時間を操作することを提案する。これにより、1.1.3 項にて言及した時間的錯覚による効果があるか検証する。

1.3 貢献

本研究の貢献は以下の通りである。

- 決定会議における質と時間の関係性について調査を行った。
- 実際とは異なる速度で時間が経過する時計を会議に用いることを提案した。

1.4 本論文の構成

本論文の構成は以下の通りである。1章においては、本研究の背景、目的とアプローチ、および貢献を示した。2章においては、本研究に関連する研究を述べ、本研究の位置づけを示

す。3章においては、本研究における提案システムを示す。4章および5章においては、本研究を評価するために行った実験の内容、実験結果、実験議論および考察を述べる。6章においては、本研究における制約及び今後の課題を述べる。7章においては、本研究の結論を述べる。

第2章 関連研究

本章では、対面会議における支援に関する研究および時間感覚に関する影響について、これまでに行われてきた研究を提示し、本研究において会議の質向上に時間的錯覚を利用するに至った経緯を説明する。

2.1 対面における会議の支援

対面における会議の支援に関する研究は何種類も行われてきた。本節では、手法の例として1.1.1項にて言及した過去の議論を再利用する、発話量を均等化する、ファシリテーションを活用するという3つのアプローチについて述べる。

2.1.1 過去の議論を再利用する

対面会議における支援の1つ目のアプローチとして、過去の議論を効率よく再利用することが挙げられる。Nagaoらは、対面会議において音声や視覚情報を用いた多角的な会議の分析を通じたディスカッションマイニングについて報告している[10]。一般的に、過去の議論を再利用することを考える際には、議事録または録画などが用いられる。しかし、アイデアや決定事項そのものだけではなく、そこに至るまでのプロセスも重要である場合においては、議事録は全てを記録することが困難であるという問題がある。また、録画については会議の文脈について順を追って辿ることができるものの、録画のどの部分に再利用したい情報があるのかを特定することが困難であるという問題がある。これらの問題について、伊藤らは議事録の要点とそれに対応する録画のタイムラインを作成することにより、議事録の再利用性を高めた[6]。

一方で、このアプローチは振り返ることを前提としており、特定の会議それ単体の質を向上させるわけではない。本研究においては、1回の会議における質の向上を目的とする。

2.1.2 発話量を均等化する

対面会議における支援の2つ目のアプローチとして、発話量を均等化することが挙げられる。これは、1.1.2項で述べた創造会議の質の要因が関係している。すなわち、発話量の均等化によってより多角的なアイデアが出やすくなると考えられ、さらに参加者の会議への参加感が高まることにより満足度の向上も考えられる。これらの理由から、発話量を均等化する

研究は様々なものが行われてきた [11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19]. 古賀と谷口は参加者に等しい数の発話権を与え、参加者間でそれを取引することを行った [11]. また、西村らは、発話量に応じてホログラフィックエージェントが参加者に働きかけを行うシステムを提案し、発話の偏りを緩和した [12]. さらに Fu らは、発話量に応じて机の上をボールが転がることにより話者交替を促すシステムをデザインした [16].

このアプローチは会議システムが直接的に介入している。したがって本研究では、話者交代の規則やタイミングなどに直接介入しないアプローチを提案する。

2.1.3 ファシリテーションを活用する

対面会議における支援の3つ目のアプローチとして、ファシリテーションを活用することが挙げられる。ファシリテーションは、ファシリテーターが会議の進行をつとめ、話者交替を促すことにより、会議の円滑化および発話量の均等化を実現することができる。一方、適切なファシリテーションをすることは困難であり、ファシリテーターの育成にはコストがかかる。Limayem は group support systems (GSS) を利用した環境において、人間によるファシリテーションと自動のファシリテーションを行った状況を比較した結果、自動のファシリテーションシステムが人間と同等の効果を発揮することを示した [20]. また、大本らは会議参加者の非言語情報に基づき4種類のファシリテーション行動の中から適切なものを80%の割合で判別することに成功した [21].

一方で、ファシリテーションはある程度決まった型があり、それがそのグループにとって最適とは言えない可能性がある。本研究では、議論の進め方についてシステムが介入することはないため、グループに対して柔軟である。

2.2 時間感覚が心身に与える影響

人間は脳や体温などの状態により、何かに集中している時には時間の進みが速く感じることや、朝は時間の進みが速く感じる事が明らかになっている [22]. 一方、提示する時間経過の速度を操作することによって、人間の心身に影響を与える研究もなされている。Galak らは、デジタル時計の提示する時間経過の速度を上げることによって、通常よりも早く空腹感を覚えることを明らかにした [8]. また、個人でのクリックタスクにおいて時計の表示時間制御を行った研究では、視覚的に提示する時間の進みを速くするとタスク処理速度が向上し、遅くすると低下することが示唆された。 [23] しかし、時間感覚の操作を対面会議に応用した研究は見られない。

第3章 提案システム

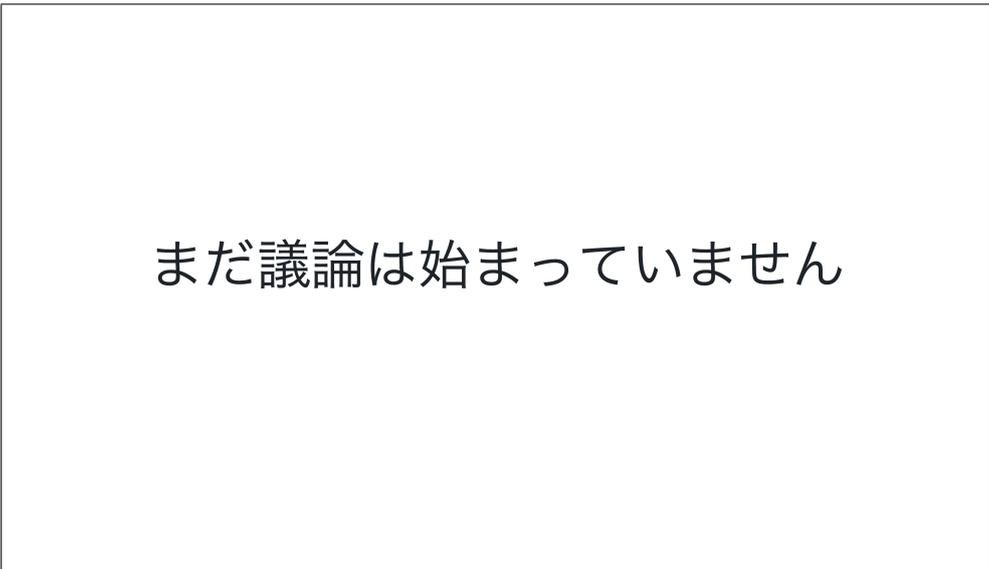
本研究では，決定会議における残り時間の表示を操作することによる影響を調査するために，実際の時間経過と異なる速度によって経過した時間を表示するシステムを実装した．本章では，本研究で用いたシステムの設計について述べる．最初に設計指針を述べた後，実装詳細について述べる．

3.1 設計指針

3.1.1 経過時間の表示と操作

時間をタブレットを用いて参加者に提示するにあたって，その方法はいくつか考えられる．伴らはタイムプレッシャーは作業終了までに必要な時間と見積もり時間の比によって生じる [23] と述べ，そのために必要な時刻および経過時間を同時に把握することが比較的容易であるアナログ時計を用いた．しかし，得られた結果が時計の針の動きによる視覚刺激に起因する可能性を考慮する必要があった．したがって本研究では，視覚刺激を考慮することなく，時間経過の錯覚によるものであることを確認するためにデジタル時計の形式で参加者に対して時間を提示する．初期の実装については，“00:00”のように分2桁，秒2桁の表記で実装したが，時間が経過する速度を変更した際に明らかに違いが見てとれた．会議参加者が提示された時間が速く経過していることに気がついた場合，会議時間が短いことを前提に議論を進める可能性がある．したがって本研究では，経過時間の速度変化に関して参加者が知覚していない条件における影響を調査する必要があると考えた．よって時間の提示方法を変更し，本研究で用いるシステムは図 3.3 に示した残り時間を分のみ表示するものとした．また，会議開始からの時間よりも会議終了までの時間を提示した方が直感的であり，かつ参加者にタイムプレッシャーを与えることができると考えたため，カウントダウン方式を採用した．

また，本研究では時間を意識しながら会議に参加してもらうことが重要である．そのため，参加者に提示する時計の Start ボタンを押した後 5 秒後に音による通知を行い，参加者は通知が聞こえたタイミングで会議を開始した．また，この 5 秒間については速度変化によらず一定とした．したがって，図 3.2 の状態から Start ボタンを押すと，5 秒間図 3.1 の状態になり，その後図 3.3 の画面に遷移した後議論が始まる．



まだ議論は始まっていません

図 3.1: 議論開始前



間もなく開始

図 3.2: スタートボタン押下から 5 秒経過まで



残り8分

図 3.3: 議論中

3.1.2 通知音による時間意識の促し

提示する時間の速度変化による会議への影響について調査するためには、先にも述べた通り参加者が時間を意識しながら議論を進めることが望ましい。一方、時間を意識することを単純に呼びかけるだけでは効果が薄いと考えられる。多くの人が直感的に時間が経過していると感じるであろう時計の針が進むチクタクという音を提示する方法も考えられるが、Yamaneらが針の音のテンポが作業速度に影響することを明らかにしている [24]。また、同じようにBGMについてもテンポが作業速度に影響を与えること [25] が報告されている。したがって、本研究ではテンポとして作業速度に影響を与えない様に十分に時間を空けて音による通知を提示することにする。具体的には、時計に提示される時間が1分経過するたびにチーンという通知音を都度提示することによって、参加者の時間への意識を促す。なお、この通知音は議論開始時に参加者に通知されるものと同じものである。

3.2 実装詳細

本システムは、Render[26]を用いてWEB上にデプロイした上で、実験に使用された。HTML, CSS, JavaScriptで構成されており、時間経過にはJavaScriptの標準関数であるsetInterval関数を用いている。通知音については効果音ラボ [27]にて配布されている音源より「チーン2」を用いた。時間の表示にはタブレット (iPad Pro, 12.9 inch)を用いた。

第4章 評価実験

時計の表示時間制御による対面決定会議への影響を調査するため、実装したシステムを用いて実験を行った。本章では、本研究における実験条件、手順、参加者およびアンケート項目について述べる。

4.1 実験条件

決定会議として、各組にはコンセンサスゲームを各条件1回の計3回実施してもらった。本節では、実験に用いたコンセンサスゲームの3つのシナリオおよび3つの速度条件について述べる。

4.1.1 コンセンサスゲームとシナリオ

コンセンサスゲームとは、ある困難な状況を想定して、その状況を切り抜けるためにあらかじめ決められたアイテムの優先順位をグループにて決定するものである。コンセンサスゲームには、解答がないもの、模範解答(専門家の意見をもとに作成された解答)があるもの、論理的な解答(明確に一通りに定まる解答)があるものの3種類がある。本研究では、それらの中から模範解答がある以下の3つのシナリオを用いる。

- 砂漠からの脱出
- 雪山での遭難
- NASA ゲーム

これらのシナリオはアイスブレイクの題材として web 上に公開されている情報 [28, 29, 30] を参考に作成した。なお、実際のシナリオでは、アイテム数が10個以上あることから、所要時間が30分程度かかってしまうため、本研究では用意されたアイテムの中からそれぞれ5つを選び、それらの順位について議論する形式とした。表4.1はそれぞれのシナリオと参加者に提示したアイテムの順番を表しており、表4.2はそれぞれのシナリオにおけるアイテムの優先順位の模範解答を表している。また、参加者が議論をする際には図4.1、4.2、4.3にあるように各シナリオに登場する5つのアイテムが描かれたカードを1グループにつき1組渡し、使用してもよいと説明した。

表 4.1: コンセンサスゲームのシナリオとアイテム

タイトル	シナリオ
砂漠からの脱出	<p>砂漠に不時着した飛行機に乗っていた乗客たちが、生き残るために手持ちのアイテムを駆使し、近くの街までたどり着くことを目指すゲームです。不時着はあまりに突然に起きた出来事だったので、今の時刻もわかりません。</p> <p>わかっているのは、以下のようなことです。</p> <p>飛行プランから約 100km 外れてしまっている もっとも近い街は約 110km 南南西にある 不時着した地域の気温は 43 度、地表近くでは 50 度にもなる</p> <p>次の 5 つのアイテムについて、重要だと思う順番を決めてください。</p> <p>1. ピストル 2. 化粧用の鏡 3. 地図 4. 水 (1 人あたり 1L) 5. 紅白のパラシュート</p>
雪山での遭難	<p>みなさんは雪山に不時着したスキー客。</p> <p>あなたの乗っている飛行機が、アメリカとカナダの国境付近の雪山に墜落しました。残念ながら操縦士たちは死亡。</p> <p>機体は湖の底に沈没したようです。</p> <p>しかし、幸いなことにあなた達 10 名は、無傷で飛行機からの脱出に成功しています。</p> <p>墜落地点から一番近い街は、ここから 32 キロ離れたところにあります。</p> <p>このあたりの夜の気温は最大でマイナス 40 度まで下がります。</p> <p>周りを見渡すと、枯れ木が沢山落ちていることがわかります。</p> <p>あなた達 10 名が生き残るため、以下のうちから重要な順に順位をつけてください。</p> <p>1. 大型懐中電灯 2. 大箱入りのマッチ 3. ライフル 4. 方位磁針 5. 板チョコ 10 枚</p>
NASA ゲーム	<p>あなた方は宇宙船に乗って月面に着陸しようとしている宇宙飛行士です。</p> <p>月面には母船が待っているのですが、機械の故障で母船から約 200 マイル (約 320km) 離れた所に不時着してしまいました。</p> <p>不時着時の衝撃で宇宙船はほとんど壊れ使用不能となりました。</p> <p>しかし、次の 5 アイテムは破損を免れて完全なまま残っていました。</p> <p>「まずは、重要なアイテムを見極めよう」ある宇宙飛行士が言いました。</p> <p>「冷静に判断するため、まずは各自で考え、最後は全員で話しあおう。」</p> <p>母船に無事たどりつくため、5 アイテムの中で必要なものから重要度の高い順に 1 番から 5 番までの順位をつけなさい。</p> <p>1. 月からの星座図 2. 注射器の入った救急箱 3. 水 4. ロープ 5. マッチ</p>

表 4.2: アイテムの優先順位の模範解答

優先順位	砂漠からの脱出	雪山での遭難	NASA ゲーム
1	化粧用の鏡	大箱入りのマッチ	水
2	水	板チョコ 10 枚	月からの星座図
3	紅白のパラシュート	大型懐中電灯	ロープ
4	ピストル	ライフル	注射器の入った救急箱
5	地図	方位磁針	マッチ



図 4.1: 砂漠からの脱出のアイテムカード



図 4.2: 雪山での遭難のアイテムカード



図 4.3: NASA ゲームのアイテムカード

4.1.2 時間経過の速度条件

時間経過の速度は以下の3条件で、全て参加者内配置で設計した。

- Normal 条件 (1 倍速, 8 分)
- Fast 条件 (5/4 倍速, 6 分 24 秒)
- Slow 条件 (4/5 倍速, 10 分)

どの条件についても参加者に提示する議論時間は8分であり、以降タブレットに提示される時間について述べる際には見かけの時間と表す。Normal 条件では、見かけの時間の時間経過の速度と実際の時間経過の速度が同じ状態で会議を行った。Fast 条件では、見かけの時間が実際の時間経過の速度の5/4倍となり、実際の議論時間は6分24秒である。Slow 条件では、見かけの時間が実際の時間経過の速度の4/5倍となり、実際の議論時間は10分である。

議論時間については、見かけの時間を10分として1組分のパイロットスタディを行ったところ、どのシナリオにおいても8分程度である程度の結論がまとまっていたため、本実験では見かけの時間を8分に設定した。また、Fast 条件および Slow 条件の速度の倍率について、伴ら [23] の研究では、それぞれ3/2倍および2/3倍としていたが、実装してみたところ速さの違いが明らかに感じ取れたため倍率を少し小さく設定し、違いが知覚されないようにした。

4.2 実験手順

参加者は、まず簡単な実験の説明を受けた後、事前アンケートに回答した。その後、コンセンサスゲームに関する説明および通知音についての説明を受けた。各ゲームにおいて、参加者は1人1枚シナリオの書かれた紙を受け取る。次に2分間シナリオを読み、個人的なアイテムの優先順位とその理由を考える時間が与えられた。その後、通知音と共に見かけの時間における8分間の議論を開始した。議論の後、グループで決定したアイテムの優先順位を報告し、タスク後アンケートに回答した。表4.3はグループごとのシナリオと速度条件の組み合わせである。タスクの順番はどのグループもシナリオ1から3の順に行った。タスク後アンケートは、3回のゲームが終了するたびに行った。各ゲームの間には3分間の休憩時間を設けた。3回目のタスク後アンケート回答後に、最終アンケートに回答した。その後、速度条件の違いについての説明がある最終アンケート2に回答した。最後に参加者それぞれの時間感覚を調べるために、1分間をストップウォッチの数字を見ずに計測した。その際、20秒おきにラップタイムも計測した。

また、ゲームにおける注意事項として優先順位の決定に際し、多数決を用いないように呼びかけた。多数決は時に非常に有効な手段であるが、本研究の目的である会議の質の向上における満足感を低下させることにつながると考えられるからである。

表 4.3: グループごとのシナリオと速度条件

	1. 砂漠からの脱出	2. 雪山での遭難	3. NASA ゲーム
g1	Slow	Normal	Fast
g2	Normal	Fast	Slow
g3	Fast	Slow	Normal

4.3 実験参加者

実験参加者は計 9 名 (男性 8 名, 女性 1 名, 平均 23.1 歳, 標準偏差 0.928 歳) の大学生および大学院生である。参加者は 3 人 1 組 (合計 3 組) となり, 各組が 3 条件全てを実施した。実験全体の所要時間は 1 時間程度であった。

4.4 アンケート項目

タスク後に, 満足度, 納得度, 時間意識, 意見のまとまり具合および議論時間が十分かに関する 7 段階リッカート尺度を用いたアンケートを行った。満足度は決定会議の質の 1 項目である。納得度は, 決定した優先順位について議論不足および理解不足があったかを確認するための指標である。時間意識は, タイムプレッシャーの感じ方についての指標である。意見のまとまり具合は, 最終的に決定した内容について, グループで合意できていたかの指標である。最後に条件ごとに主観的な議論時間の過不足を確認するための指標として, 議論時間が十分かと言う項目を設定した。なお, それぞれの質問項目の詳細は文末に付録として添付した。

第5章 結果と考察

タスク後アンケートの各項目について、シャピロ・ウィルク検定、バートレット検定を行い、正規性および等分散性を確かめたところ、時間意識の項目のみ、正規性および等分散性が認められた。時間意識の項目について、二元配置分散分析を行ったところ、条件、シナリオ間において有意な差は見られなかった。

次に、正規性および等分散性が認められなかった4項目についてFriedman検定を行ったところ、満足度、納得度、時間意識、および意見のまとめ具合について有意な差がみられなかった(図5.1, 図5.2, 図5.3, 図5.4)一方、議論時間が十分かについては有意な差が認められた($p < .05$)(図5.5)。次に、議論時間が十分かについてウィルコクソンの符号順位検定を行ったところ、Normal-Fast間およびFast-Slow間に有意な差が認められた($p < .05$)。一方、最終アンケートにて条件間の違いに気がついたかという質問に対して、Fast条件にのみ気がついた参加者が2名、Slow条件のみ気がついた参加者が1名いたが、残りの6名は気がつかなかったと回答した。すなわち、延べ27試行(9名×3条件)のうち参加者が時間操作に気づかれたのは3試行(約11%)であった。このことから、議論時間が提示されている見かけの時間よりも短い場合には、時間経過速度の違いに気がついていないかによらず、議論時間が不十分であると感じることが考えられる。これは、Fast条件における実際の議論時間が、グループにて今回の条件における優先順位を決定するために必要な最低限の時間を下回っていた可能性を示唆している。一方、満足度、納得度、意見のまとめ具合については有意な差が見られなかったことから、少なくともそれらの項目については実際の時間が短くなったことによる影響を受けたとはいえないと考えられる。

また、各シナリオごとに参加者が報告した優先順位と模範解答を比較し、算出したスコアについて、一元配置分散分析を行ったところ、有意な差は認められなかった($F(2, 6) = 2.27, p = 0.18$)。表5.1はシナリオ、条件およびスコアをまとめたものである。なおスコアは、参加者の回答と模範回答の順位の差の絶対値の和によって求められるため、値が小さい方が良いスコアであるといえる。

以上をまとめると、会議の見かけの経過時間を操作した場合、議論時間の主観的な印象には影響があるものの時間操作自体は気づかれにくいこと、また実際の議論時間の差に関わらず決定会議の最適性、満足度は顕著な差が生じないことが示唆された。これは、実際の議論時間を短くしても、決定会議の最適性、満足度を維持できる可能性を示した結果であり、提案手法により決定会議の質を向上させることができる可能性が示唆された。

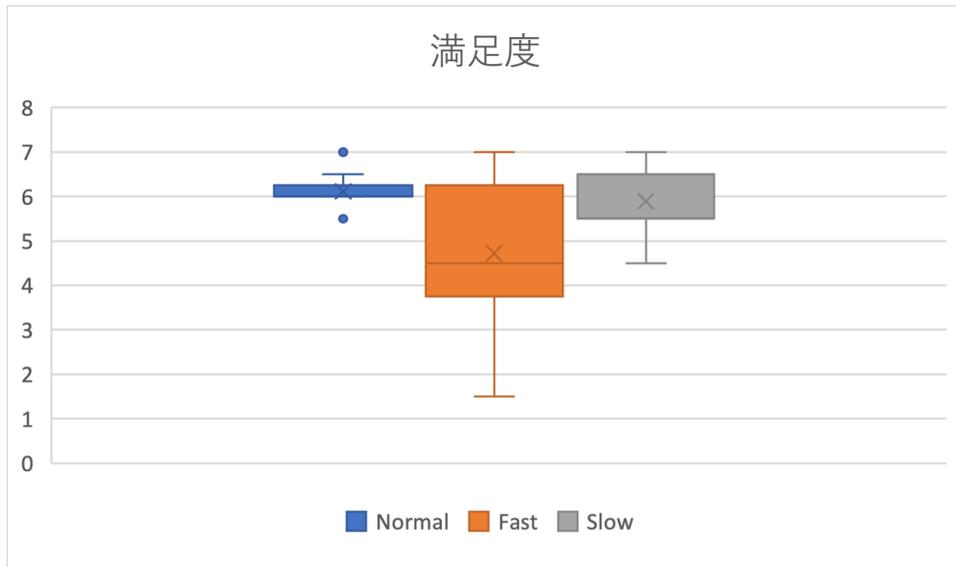


図 5.1: 満足度

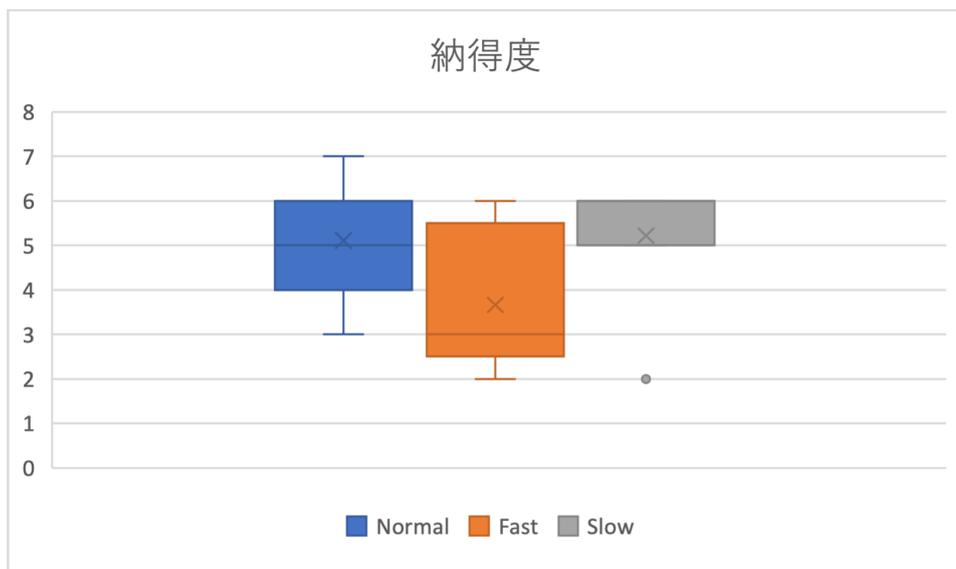


図 5.2: 納得度

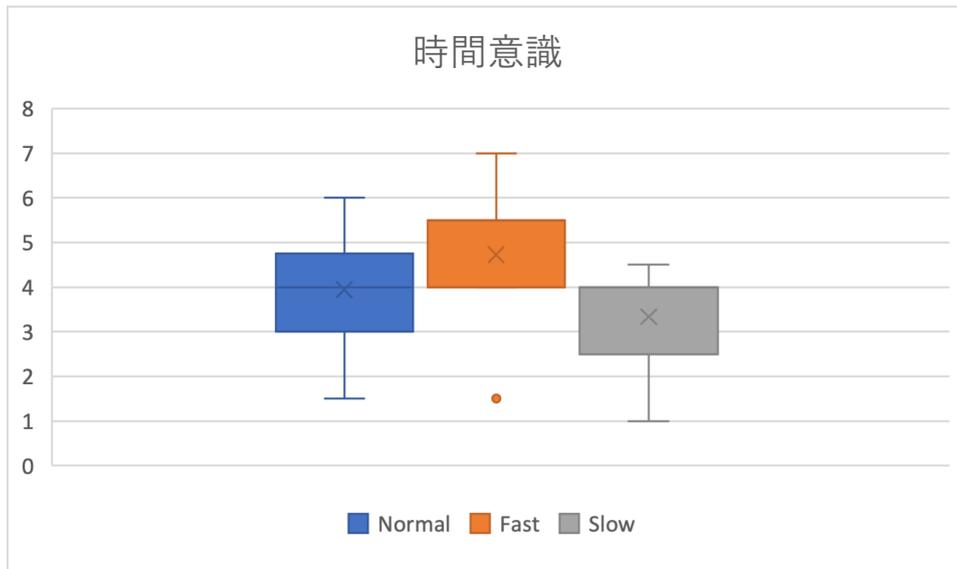


図 5.3: 時間意識

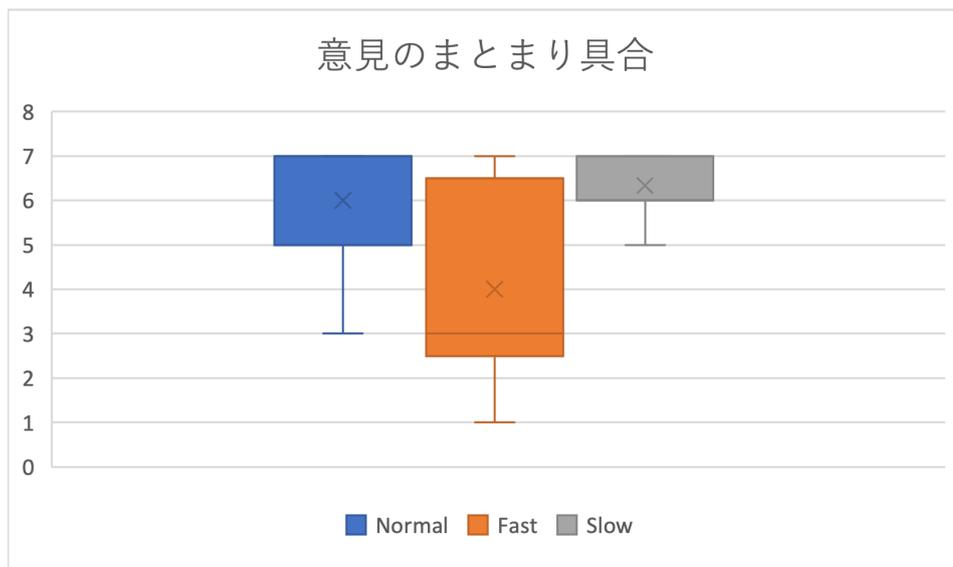


図 5.4: 意見のまとめ具合

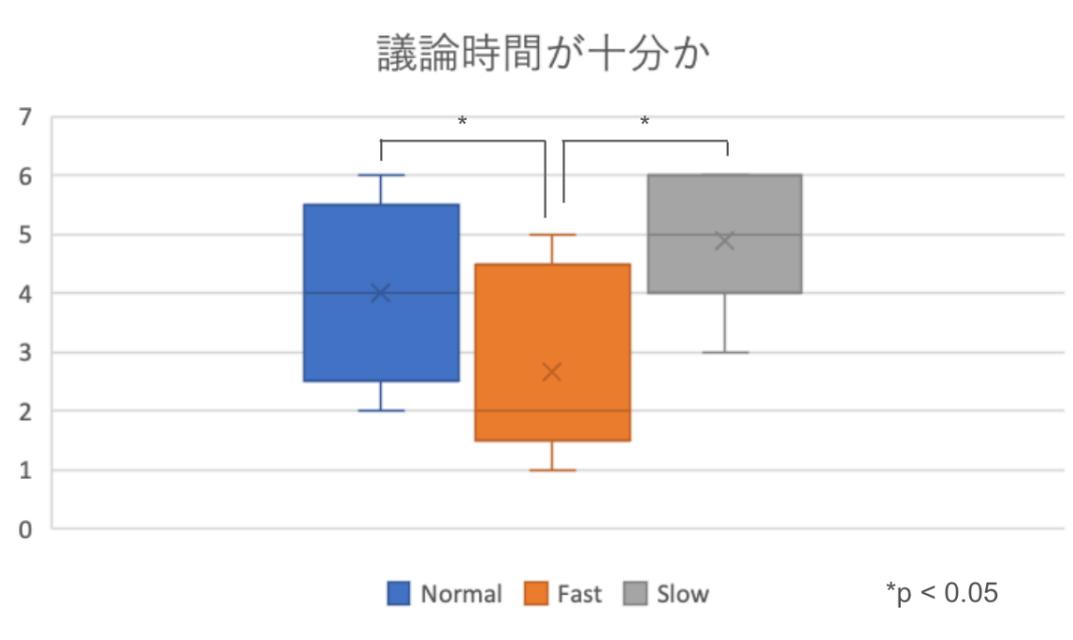


図 5.5: 議論時間が十分か. 有意差が出た条件に * を示す

表 5.1: シナリオおよび条件ごとの優先順位スコア

シナリオ	条件	スコア
砂漠からの脱出	Fast	4
雪山での遭難	Fast	4
NASA ゲーム	Fast	8
砂漠からの脱出	Normal	8
雪山での遭難	Normal	6
NASA ゲーム	Normal	2
砂漠からの脱出	Slow	2
雪山での遭難	Slow	2
NASA ゲーム	Slow	2

第6章 制限と展望

本研究における制限は以下の5つが挙げられる。

- シナリオの情報
- アイテムの選定
- 議論時間の短さ
- 実験参加者の人数
- グループ間のばらつき

まず、シナリオの情報について、本来本研究で用いたシナリオを考える上で重要なポイントは、その場にとどまり助けを待つか、自ら動いて脱出を試みるかについてグループにて議論することである。一方で、今回参加者に提示したシナリオには、“たどり着く”の文言が入っているシナリオがあったために、議論することなく自ら動くことを選択したグループがあった。これにより、模範解答とグループの解答に違いが生じてしまったことが考えられる。したがって、コンセンサスゲームにおけるシナリオについて慎重に検討する必要がある。

2つ目に、アイテムの選定について、本研究におけるアイテム選定について考慮したことは、論理的に考えて不要になるアイテムを1つ入れること(NASAゲームにおけるマッチなど)、アイテムが参加者の想像しやすいものであること、各シナリオ間において模範回答における順位のばらつきが大まかに同じようになることの3つであった。しかし、参加者のアンケートへの回答にて、「順位の付けようがないアイテムが多かった」という意見、「自分の知識不足で分からなかったので、議論中にネットで調べたい情報が多かった」という意見が挙げられた。このことから、アイテム選定をより慎重に行うべきであると考えられる。

3つ目に、議論時間の短さが挙げられる。本研究では、調査という意味から、8分間という短めの議論時間を設定した。通常の会議ではより長い時間の議論(30分〜)が一般的であると考えられるため、そのような設定での検証も必要であると考えられる。一方、より見かけの議論時間を長くした方が絶対的な短縮時間が大きくなり、条件ごとの違いも顕著になることが予想される。

4つ目に実験参加者の人数が挙げられる。本研究では、9人の計3グループのみによる実験となっており、実験参加者が少ないために結果に対する信頼性が低いため、実験参加者人数を増やす必要がある。

5つ目にグループ間のばらつきが挙げられる。パイロットスタディを通じて、見かけの議論時間を8分に調節したが、速く結論に辿り着くグループとそうでないグループが見られた。

これは、参加者一人一人の性格によるものと考えられるため、性格特性を要因として考慮し結果に対する影響を調査するべきであると考えられる。あるいは、グループ間の議論時間のばらつきを考慮にいれ、グループごとに見かけの議論時間を設定することが考えられる。

今後の展望として、本研究において1つのシナリオについての議論中は時間経過の速度が一定であったが、議論のフェーズごとに時間経過の速度を変更した場合の影響について調査することが挙げられる。例として、全体の議論時間を10分とした時に、発散フェーズを7分と提示しておき、経過速度を速めることで実際には6分にて議論をしてもらう。次に収束フェーズにおいて、3分と提示しておき、経過速度を遅めることで実際には4分にて議論をもらう。これによって、議論全体にかかる時間を変更することなく、議論時間が不足する問題を解決できるのではないかと考えられる。

第7章 おわりに

本研究では、時計の表示時間制御による決定会議への影響について調査を行った。会議の質について、最適性、満足度、スピードの観点を用いて分析した。

調査の結果、参加者はFast条件において実際の時間経過が異なることに気づくことがなく、見かけの時間が同じであるにも関わらず議論時間が不十分であると感じた。一方、満足度の項目については条件間において有意な差は認められなかった。さらに、最適性の項目について参加者の回答を模範解答とのずれから算出したスコアについても、各条件間において有意な差は認められなかった。以上のことから、実際の議論時間を短くしても、決定会議の最適性、満足度を維持できる可能性を示し、提案手法により決定会議の質を向上させることができる可能性が示唆された。

今後は、議論における時間配分の性質などにも着目しながら、実験手法および条件について調整を行い、議論のフェーズごとに時計の表示時間制御を行う場合における影響を調査する。

謝辞

本研究を進めるにあたり，川口一画先生，志築文太郎先生，高橋伸先生には多くのご指導を頂きました。心から感謝申し上げます。特に，川口先生には，研究の進め方や論文執筆などの研究の基礎をご指導頂きました。また，研究内容や研究生活における不安などの相談に対してもご快諾頂き，多くのご助言を頂きました。ここに深く感謝の意を表します。

インタラクティブプログラミング研究室の同輩，先輩方には，研究活動において大変お世話になりました。COMMUNICATION チームの皆様には，チームゼミにおいて研究に関するご意見や論文の添削だけでなく，研究生活において多くのご支援を頂きました。特に，大山智弘氏及び下田康太氏には論文執筆や研究発表をはじめ，日頃から研究に関する様々な相談に快くご対応頂き，多くのご助言を頂きました。深く感謝いたします。また，多くの皆様に実験にご協力頂きましたことを大変感謝しております。

最後に，学生生活においてお世話になった皆様，そして，私の学生生活を支えて頂いた家族に深く感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 飯塚陸斗, 川口一画. 多人数ビデオ会議における話者交替のための参与役割の提示手法. 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI), Vol. 2022, No. 31, pp. 1–8, 2022.
- [2] 飯塚陸斗, 川口一画. 多人数ビデオ会議における話者交替のための参与役割提示手法-創造会議におけるシステム評価実験. 第 85 回全国大会講演論文集, Vol. 2023, No. 1, pp. 189–190, 2023.
- [3] 片桐秀樹, 羽山徹彩, 三浦元喜, 國藤進ほか. 継続的創造会議のための会議間コミュニケーション支援システムの開発. 研究報告グループウェアとネットワークサービス (GN), Vol. 2009, No. 33 (2009-GN-71), pp. 157–162, 2009.
- [4] 会議の進め方. 日経文庫. 日本経済新聞出版社, 2008.
- [5] 奥本素子, 岩瀬峰代. 長期の協調学習において協調的議論はどのように生まれるのか pbl におけるチーム活動の質的分析. 日本教育工学会論文誌, Vol. 39, No. 4, pp. 271–282, 2016.
- [6] 伊藤周, 土田貴裕, 大平茂輝, 長尾確ほか. 創造的議論の再利用を促進するカジュアルミーティングシステム. 情報処理学会 第 70 回, pp4-377-4-378, 2008.
- [7] 堀公俊, 加藤彰. デイジジョン・メイキング: 賢慮と納得の意思決定術. 2011.
- [8] Jeff Galak, Joseph P Redden, Yang Yang, and Ellie J Kyung. How perceptions of temporal distance influence satiation. *Journal of Experimental Social Psychology*, Vol. 52, pp. 118–123, 2014.
- [9] R Hugh Morton. Deception by manipulating the clock calibration influences cycle ergometer endurance time in males. *Journal of Science and Medicine in Sport*, Vol. 12, No. 2, pp. 332–337, 2009.
- [10] Katashi Nagao, Katsuhiko Kaji, Daisuke Yamamoto, and Hironori Tomobe. Discussion mining: Annotation-based knowledge discovery from real world activities. In *Advances in Multimedia Information Processing-PCM 2004: 5th Pacific Rim Conference on Multimedia, Tokyo, Japan, November 30-December 3, 2004. Proceedings, Part I 5*, pp. 522–531. Springer, 2005.
- [11] 古賀裕之, 谷口忠大. 発話権取引: 話し合いの場における時間配分のメカニズムデザイン. 日本経営工学会論文誌, Vol. 65, No. 3, pp. 144–156, 2014.

- [12] 西村龍之介, 居原田梨佐, 菅本祐也, 石井裕, 望月俊男, 江木啓訓. 発話量に応じて参与をはたらきかける議論支援エージェントシステムの評価. 日本教育工学会研究報告集, Vol. 2023, No. 1, pp. 37–43, 2023.
- [13] 益井博史, 谷口忠大. 発話権取引—コミュニケーションにおける発話時間制御. システム/制御/情報, Vol. 63, No. 8, pp. 353–358, 2019.
- [14] 益井博史, 大島崇弘, 中林一貴, 長橋栄介, 谷口忠大. 発話権取引の多人数化がコミュニケーション場に与える影響の分析. システム制御情報学会論文誌, Vol. 34, No. 8, pp. 219–230, 2021.
- [15] 安達寛之, 明神聖子, 島田伸敬. Scoringtalk: 発話量の可視化と採点に基づき発話機会を調整するタブレットシステム. 情報処理学会 インタラクション, Vol. 2015, pp. 306–311, 2015.
- [16] Carolyn Fu, Kritika Dhanda, Marc Exposito Gomez, Haeyoung Kim, and Yan Zhang. Turntable: Towards more equivalent turn-taking. In *Proceedings of the Eleventh International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction*, pp. 609–615, 2017.
- [17] Khaled Bachour, Frederic Kaplan, and Pierre Dillenbourg. An interactive table for supporting participation balance in face-to-face collaborative learning. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, Vol. 3, No. 3, pp. 203–213, 2010.
- [18] Joan Morris DiMicco, Anna Pandolfo, and Walter Bender. Influencing group participation with a shared display. In *Proceedings of the 2004 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work, CSCW '04*, p. 614 – 623, New York, NY, USA, 2004. Association for Computing Machinery.
- [19] Tony Bergstrom and Karrie Karahalios. Conversation clock: Visualizing audio patterns in co-located groups. In *2007 40th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'07)*, pp. 78–78. IEEE, 2007.
- [20] Moez Limayem. Human versus automated facilitation in the gss context. *SIGMIS Database*, Vol. 37, No. 2 – 3, p. 156 – 166, sep 2006.
- [21] 大本義正, 戸田泰史, 植田一博, 西田豊明. 議論への参加態度と非言語情報に基づくファシリテーションの分析. 情報処理学会論文誌, Vol. 52, No. 12, pp. 3659–3670, dec 2011.
- [22] John H Wearden and Ian S Penton-Voak. Feeling the heat: Body temperature and the rate of subjective time, revisited. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section B*, Vol. 48, No. 2b, pp. 129–141, 1995.

- [23] 伴祐樹, 櫻井翔, 鳴海拓志, 谷川智洋, 廣瀬通孝. 時計の表示時間速度制御による単純作業の処理速度向上手法 (< 特集 > vr 心理学 6). 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 21, No. 1, pp. 109–120, 2016.
- [24] Shoko Yamane and Naohiro Matsumura. The effect of a ticking clock on task performance. *AI & society*, Vol. 30, pp. 443–449, 2015.
- [25] Baolin Liu, Yizhou Huang, Zhongning Wang, and Guangning Wu. The influence of background music on recognition processes of chinese characters: An erp study. *Neuroscience Letters*, Vol. 518, No. 2, pp. 80–85, 2012.
- [26] Render. <https://dashboard.render.com/>. 最終閲覧 2024/2/12.
- [27] 効果音ラボ. <https://soundeffect-lab.info/sound/anime/mp3/tin2.mp3>. 最終閲覧 2024/2/12.
- [28] ビジネスゲーム研究所. https://business-games.jp/teambuilding_sabaku/. 最終閲覧 2024/2/16.
- [29] ビジネスゲーム研究所. https://business-games.jp/snowmountain_sounan/. 最終閲覧 2024/2/16.
- [30] ビジネスゲーム研究所. https://business-games.jp/teambuilding_nasa/. 最終閲覧 2024/2/16.

付録

どれくらい疲れているか *							
1	2	3	4	5	6	7	
疲れていない	<input type="radio"/>	疲れている					
どれくらいリラックスしているか *							
1	2	3	4	5	6	7	
リラックスしていない	<input type="radio"/>	リラックスしている					
活発、外向的だと思う。 *							
1	2	3	4	5	6	7	
強くそう思う	<input type="radio"/>	全く違うと思う					
他人に不満をもち、もめごとを起こしやすいと思う。 *							
1	2	3	4	5	6	7	
強くそう思う	<input type="radio"/>	全く違うと思う					
しっかりしていて、自分に厳しいと思う。 *							
1	2	3	4	5	6	7	
強くそう思う	<input type="radio"/>	全く違うと思う					

図 7.1: 事前アンケート 1

心配性で、うろたえやすいと思う。*							
	1	2	3	4	5	6	7
強くそう思う	<input type="radio"/>						
							全く違うと思う
新しいことが好きで、変わった考えをもつと思う。*							
	1	2	3	4	5	6	7
強くそう思う	<input type="radio"/>						
							全く違うと思う
ひかえめで、おとなしいと思う。*							
	1	2	3	4	5	6	7
強くそう思う	<input type="radio"/>						
							全く違うと思う
人に気をつかう、やさしい人間だと思う。*							
	1	2	3	4	5	6	7
強くそう思う	<input type="radio"/>						
							全く違うと思う
だらしなく、うっかりしていると思う。*							
	1	2	3	4	5	6	7
強くそう思う	<input type="radio"/>						
							全く違うと思う

図 7.2: 事前アンケート 2

冷静で、気分が安定していると思う。*

1 2 3 4 5 6 7

強くそう思う ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ 全く違うと思う

発想力に欠けた、平凡な人間だと思う。*

1 2 3 4 5 6 7

強くそう思う ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ 全く違うと思う

図 7.3: 事前アンケート 3

時間を意識しながら議論を進めた *

1 2 3 4 5 6 7

意識しなかった 意識した

議論の結論に対して自信がある *

1 2 3 4 5 6 7

自信がない 自信がある

議論について満足している *

1 2 3 4 5 6 7

満足していない 満足している

自分の意見を伝えることができた *

1 2 3 4 5 6 7

できなかった できた

最終的に意見がまとまった *

1 2 3 4 5 6 7

まとまらなかった まとまった

図 7.4: タスク後アンケート 1

議論時間は十分であった*

1 2 3 4 5 6 7

不足した 長すぎた

議論中に焦った*

1 2 3 4 5 6 7

焦らなかった 焦った

どれくらい疲れているか*

1 2 3 4 5 6 7

疲れていない 疲れている

どれくらいリラックスしているか*

1 2 3 4 5 6 7

リラックスしていない リラックスしている

議論の内容に心残りがある場合は記述してください

回答を入力

送信 フォームをクリア

図 7.5: タスク後アンケート 2

グループディスカッションなどで、時間内に自分が納得できる結論に辿り着くことが得意な方である *

	1	2	3	4	5	6	7	
得意でない	<input type="radio"/>	得意である						

表示される時間が分のみであることに不便を感じた *

	1	2	3	4	5	6	7	
感じた	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	感じなかった				

結論に対して自信があるシナリオは *

	砂漠からの脱出	雪山での遭難	NASAゲーム
1位	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2位	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
3位	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

図 7.6: 最終アンケート 1

難しかったシナリオの順番は *

	砂漠からの脱出	雪山での遭難	NASAゲーム
1位	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2位	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3位	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

順位の理由を教えてください *

回答を入力

有意義な議論ができたと思えるシナリオの順番は *

	砂漠からの脱出	雪山での遭難	NASAゲーム
1位	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2位	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3位	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

各シナリオ間での実験条件の違いに気がついた場合はその内容を記述してください

回答を入力

図 7.7: 最終アンケート 1-2

最終アンケート2

B *I* U ↺ ↻

本実験では、条件ごとに実際の議論時間を操作していました。どの条件においても、画面に表示された制限時間は8分でしたが、条件1はそのまま(8分)、条件2は5/4倍の速さ(実際には6分24秒)、条件3は4/5倍の速さ(実際には10分)でカウントダウンが進んでいました。

参加者id*

記述式テキスト (短文回答)

条件間の違いに気が付いたか*

1 2 3 4 5 6 7

全く気が付かなかった 明確に気がついた

実験全体を通しての疑問点、改善点があれば記述してください

記述式テキスト (長文回答)

図 7.8: 最終アンケート 2