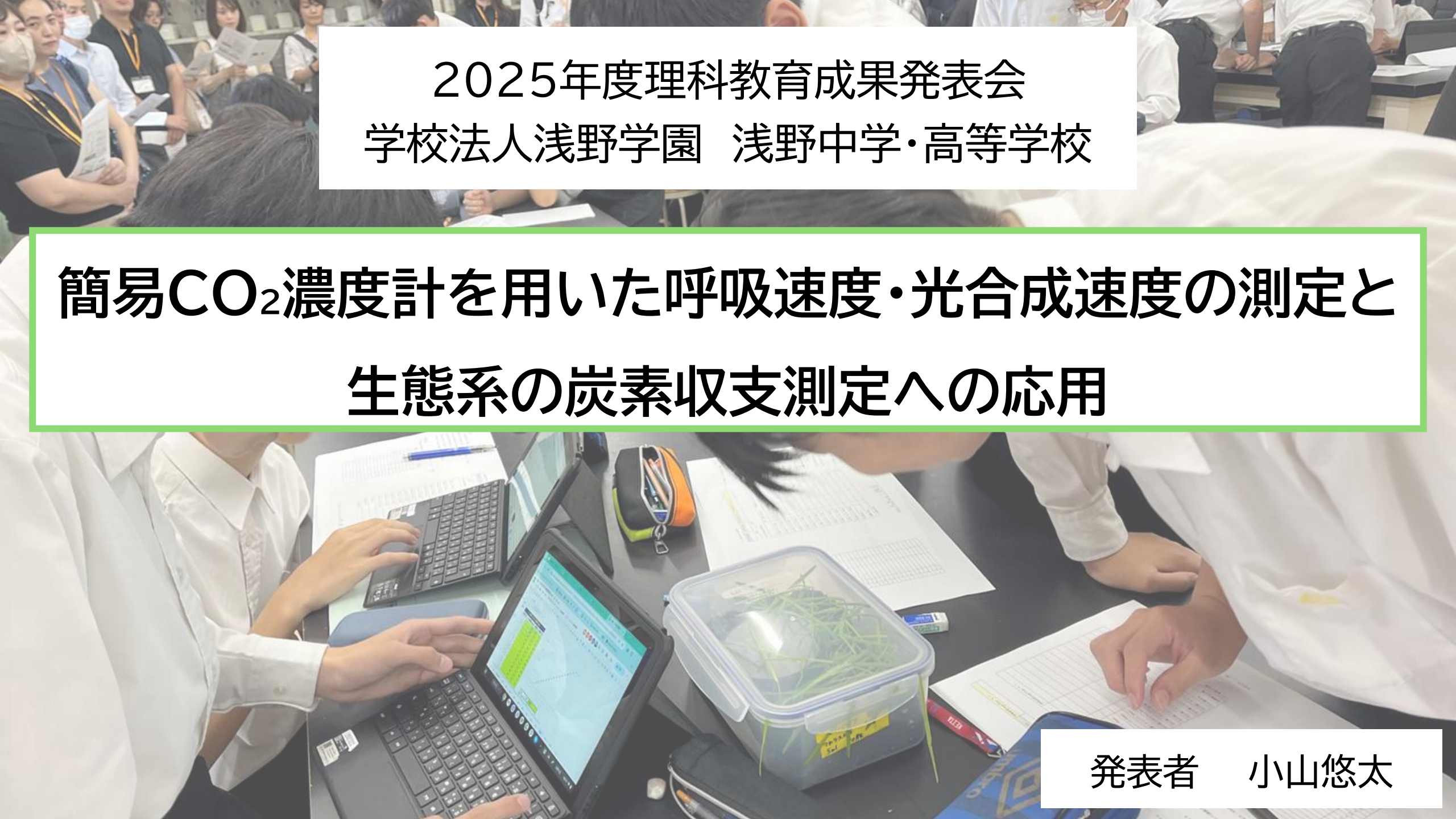




2025年度理科教育成果発表会
学校法人浅野学園 浅野中学・高等学校

簡易CO₂濃度計を用いた呼吸速度・光合成速度の測定と 生態系の炭素収支測定への応用

発表者 小山悠太

テーマ設定の背景

教科(生物)の課題



- ・定性的な実験が多い
(例)BTB溶液を用いた視覚判断
- ・環境問題への問題提起
➡現象の提示で終わっている

探究活動の重要性



- ・「総合的な探究の時間」の
改善・充実の在り方の重要性
- ・情報活用能力の育成と
教科等横断的な学びの必要性

本校の特徴の活用



- ・校内に山林が存在する(左図)
➡利用価値あり
- ・生物部の活性化(右図)
➡中学生は約100人所属

簡易CO₂濃度計を用いた呼吸速度・光合成速度の測定と生態系の炭素収支測定への応用

研究活動を通じた様々な世代(小学校・高等学校・大学・社会人)との交流

本実践の目的

①実体験を通じた知識の定着と研究活動への応用

→本実験を通して呼吸や光合成の仕組みの理解を深めるとともに、生徒に自身の研究課題の発案を促す



②探求心の活性化と視野の広がり

→研究活動へ発展させ、学会発表に積極的に参加することで様々な方の指導を受ける機会をつくる



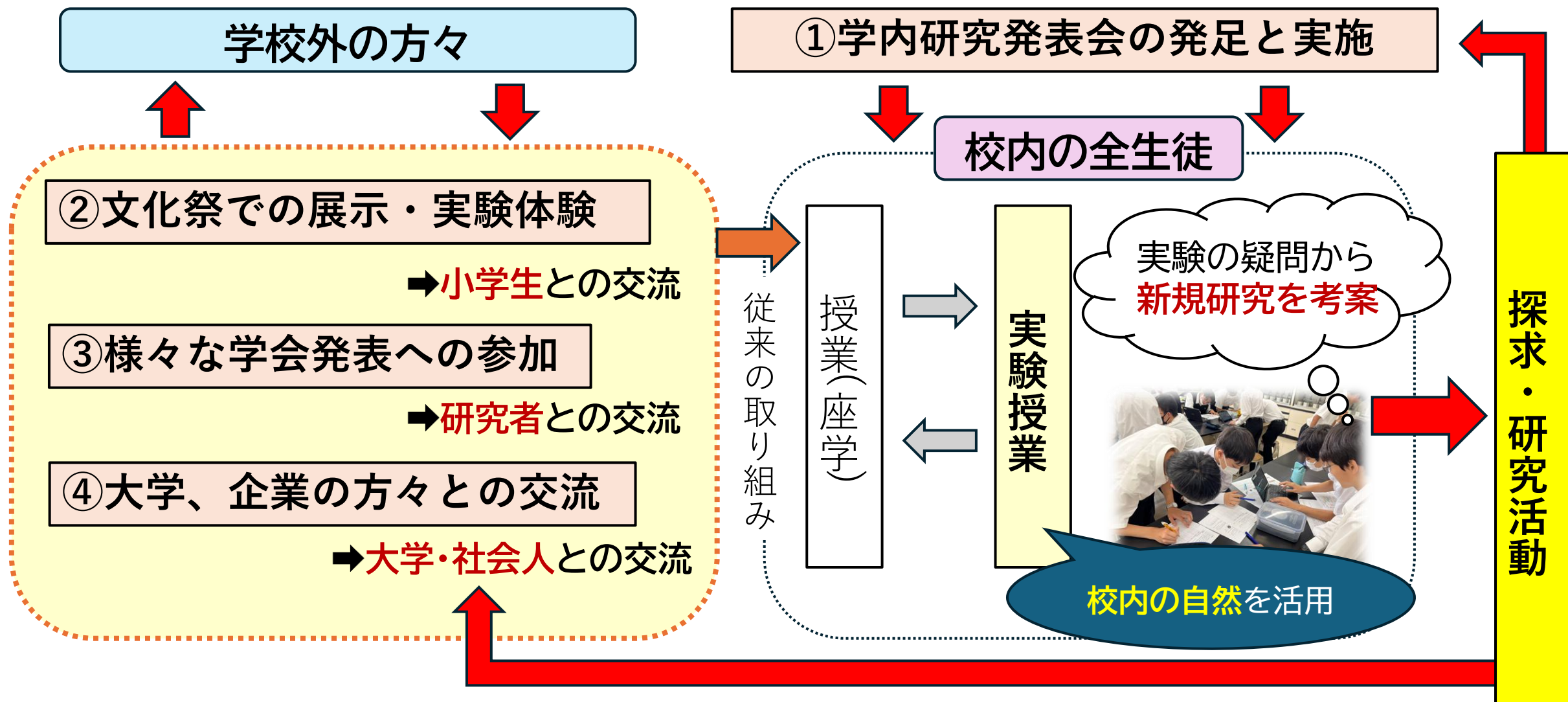
③環境問題の議論から持続可能な政策への発展

→本実験を軸に多様な生態系の現状を学ぶことで、地球温暖化対策につながる考案を促し、実行に移す



生徒が本研究を社会へ向けて発信し、日本の理科教育の発展を目指す

本実践の概要と仮説



仮説 研究活動や様々な世代の方との交流は、生徒の主体性を向上させる

本実践の評価方法

(A) 実験授業(小型CO₂濃度計を用いた呼吸速度の測定)における考え方の変化

① 実験前に仮説で議論していた内容と実験後の考察で議論していた内容の変化の比較

⇒ 実験前はクラスでの議論で出た内容、実験後はGoogleフォームを用いて各自の考察を集計・分析

② 本単元の理解度の比較

⇒ 本実践研究を行う前の学年と同時期に行った期末考査の得点分布の比較



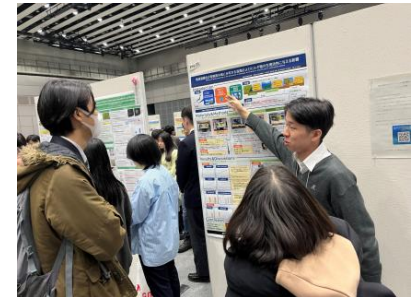
(B) 研究活動を行う前と行った後の意識の変化

① 研究活動を通して研究、学会発表に対する考えの変化

⇒ Googleフォームを用いて集計・分析

② 生徒1人1人の活動の変化

⇒ 教員の観察によるロジャーハートの「参加のはしご」の尺度で評価



実践の内容

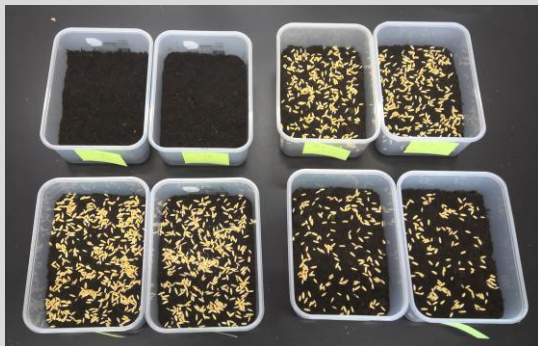
①小型CO₂濃度計を用いた呼吸・光合成速度の定量化

(1)実験試料の検討 (1時間)

問 呼吸・光合成速度は
何の違いによって差が
生じるかな？

<生徒から出た意見>

- ・植物の種類(校内で採取)
- ・土壌の種類
- ・植物の量(下図:種子の量)



(2)CO₂濃度計を用いた実験 (1時間)

中2:呼吸速度の実験(270人)

①数値読み上げ係

④PC記録係

忙しい!

③紙面記録係

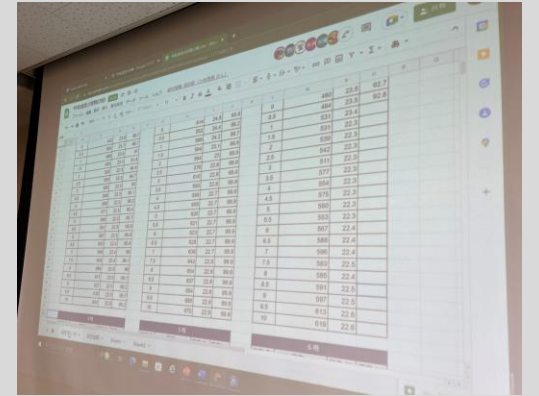
②時間計測係

密閉後のCO₂増加速度から呼吸速度を推定
→PCを用いて、数値を随時記録

➡実験終了後に結果・考察を提出

※中3生(270人)は光合成速度で実施

(3)実験結果の議論 (1時間)



72班分(6クラス)の
データを全員で共有

➡各クラスでの考察発表会

温暖化に関する議論

(4)研究活動への応用 (6月~)

実践の内容 ②模擬生態系の製作および文化祭での展示発表と体験実験

(1) 模擬生態系の製作に向けた検討 (6月～8月)

I. 生物を飼育する環境の特徴を定量化

湿度が低く、乾燥

定量化



スキנקが好む生態系



II. 実地調査による環境要因の測定と採集活動

協調性 ↑



pH、BODの測定



城ヶ島水槽

(2) 文化祭における展示発表と体験実験 (9月)

III. 文化祭での展示発表 → 来場者は15000人以上！



自分たちが調査したことで、
具体的な内容で説明できた

- ➡ 生徒の自己肯定感が向上
- ➡ 来場者からの評価も向上

IV. 生徒主催の体験実験

小学生に説明するには、
自分も理解を深めねば！

- ➡ 理解力の更なる向上



模擬生態系を活用し、小学生に理科や実験の楽しさを伝える活動に発展

実践の内容 ②模擬生態系の製作および文化祭での展示発表と体験実験

(3) 模擬生態系を用いた生徒考案の研究計画と申請 (7月～8月)

◇水槽イメージ

干潮イメージ

甲殻類やトビハゼの仲間など

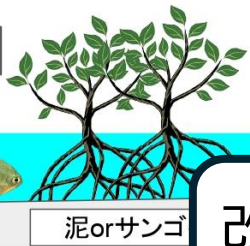


泥orサンゴ砂

水は条件ごとに濃度を変えた汽水で

満潮イメージ

水温は高めに設定



泥orサンゴ

河川付近での環境の流れを起こす

ライト

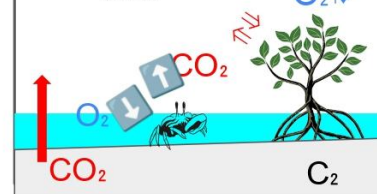
照射の時間は長めに

せかはこのお有めく機か。物らを含くまら

◇測定方法について

密閉法にてCO₂濃度を計測

(例) 酸素:二酸化炭素の移動



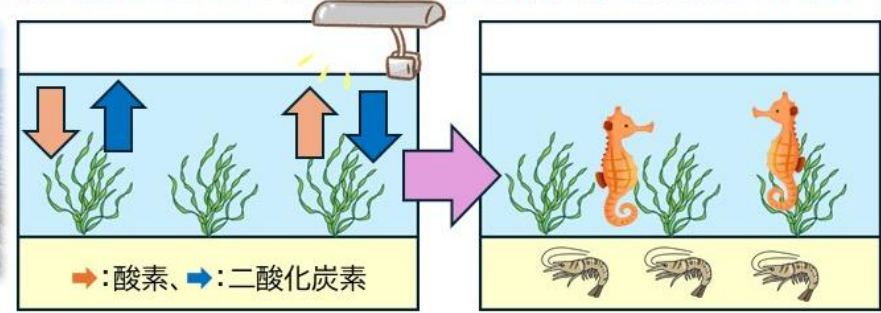
葉の光合成量も測定し、指定した条件ごとに比較することで植物の活性や地中への

改めて調べてみると、温暖化の影響は深刻、、

再現したい水槽の全体像を、イラストや写真で教えてください。また、特にこだわりたい部分は強調し、文章で説明を補足してください。



野島公園@横浜市



(1) アマモ水槽の作成と物質循環の定量化 (2) タツノオトシゴの繁殖(動物との共生)

【検証したい内容】

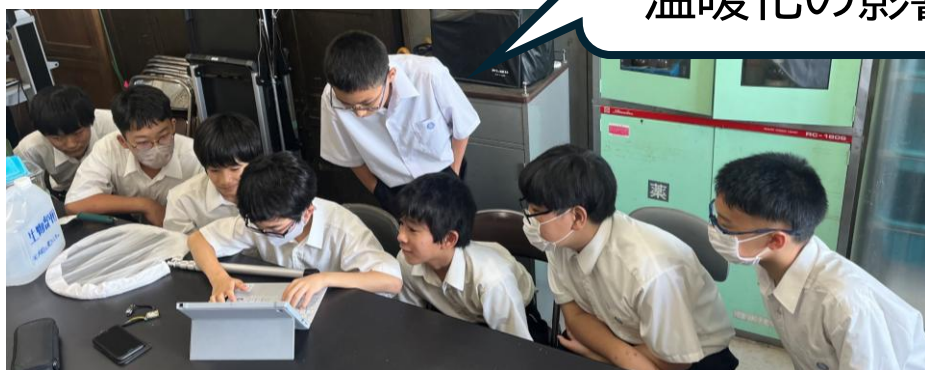
- ① アマモによる呼吸速度・光合成速度の測定 → **地球温暖化対策の貢献度を評価**
→ ①を成長速度や最終的な重量、溶存酸素量から**炭素固定機能を定量化**
- ② アマモの効率的な繁殖環境の推定 → 最適な環境要因(温度、pH、光環境)の解明
- ③ 作成したアマモ水槽内での生物の共生と繁殖 → **タツノオトシゴの共生、繁殖に挑戦したい!!**

アマモ場は①**地球温暖化を抑制し**、②**生物の住処になる** → **地球の生態系を支える環境の再現**



生徒が作成し、実際に「I.A.F2024」に応募した書類の一部

生徒主体の研究を考案し、
研究計画を立てることにつながった



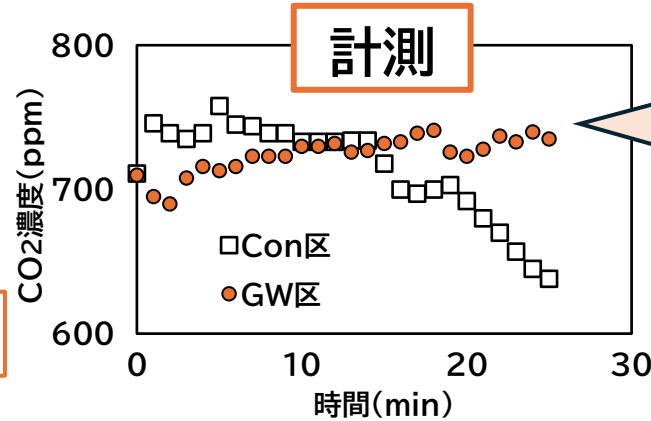
実践の内容

③模擬生態系を活用した地球温暖化の影響を評価する実験

1)海ブドウ生産における地球温暖化の影響



課題意識: 南西諸島における温暖化の深刻化、食用生産の主軸となる海ブドウに注目



温暖化区では
光合成活性が低下

温暖化区の個体は
葉緑体が抜け落ちていた

観察

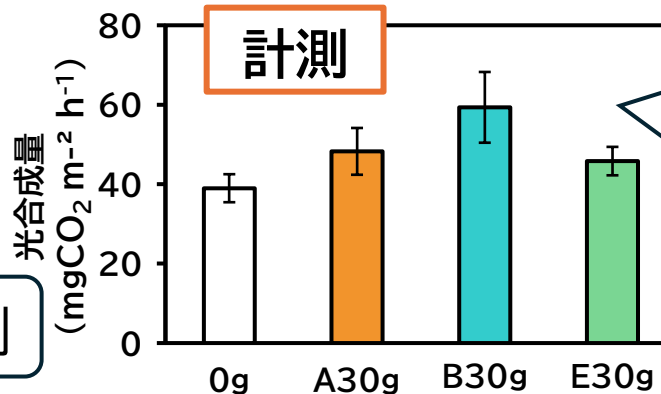


2)地球温暖化対策へ貢献できる植物の栽培方法の確立



200本の成長を定期的に計測

課題意識: 温暖化の緩和策として期待されるバイオチャーの使用、飢餓問題の改善



散布区では光合成活性が促進

↓
散布サイズの最適条件は？

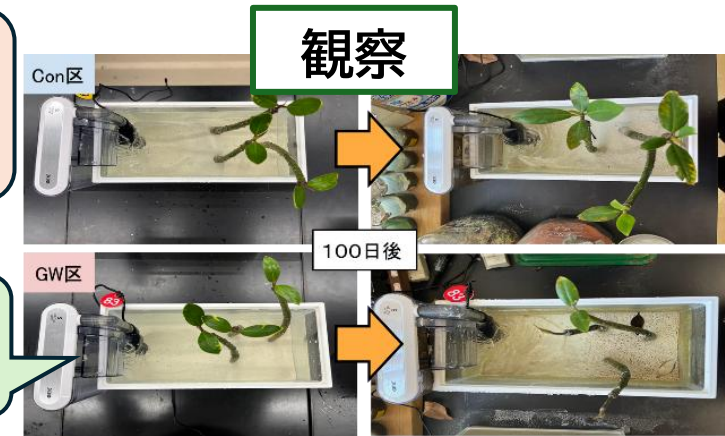
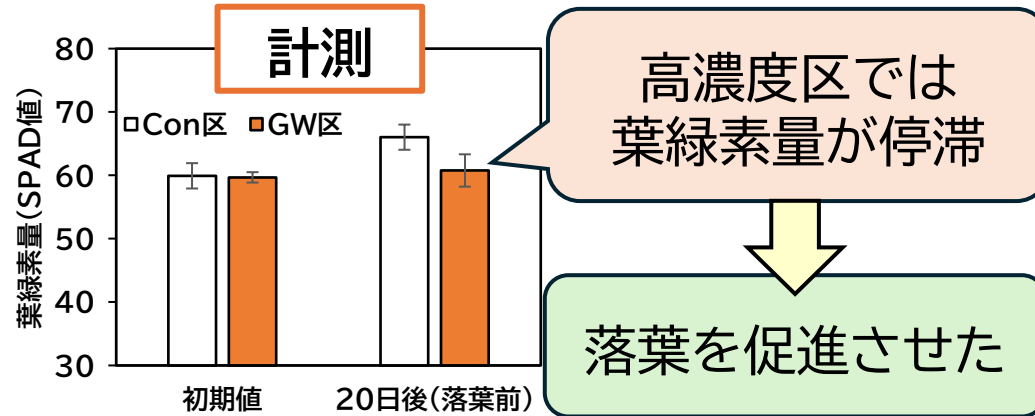
➡ **新たな疑問・課題が誕生**

実践の内容 ③模擬生態系を活用した地球温暖化の影響を評価する実験

3) 海水の塩分濃度変化がマングローブ生態系の物質収支に与える影響



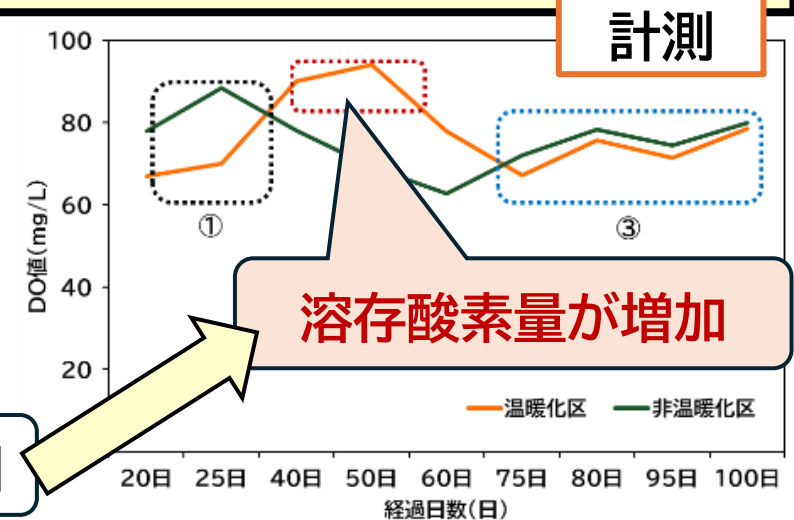
課題意識: 炭素固定機能が高いと報告されているヒルギ類の生理活性に注目



4) 地球温暖化による海水温の上昇がアマモ場の生物多様性に与える影響



課題意識: 温暖化で減少している藻場の再生



あれ？なんだこの生物！？

実践の内容

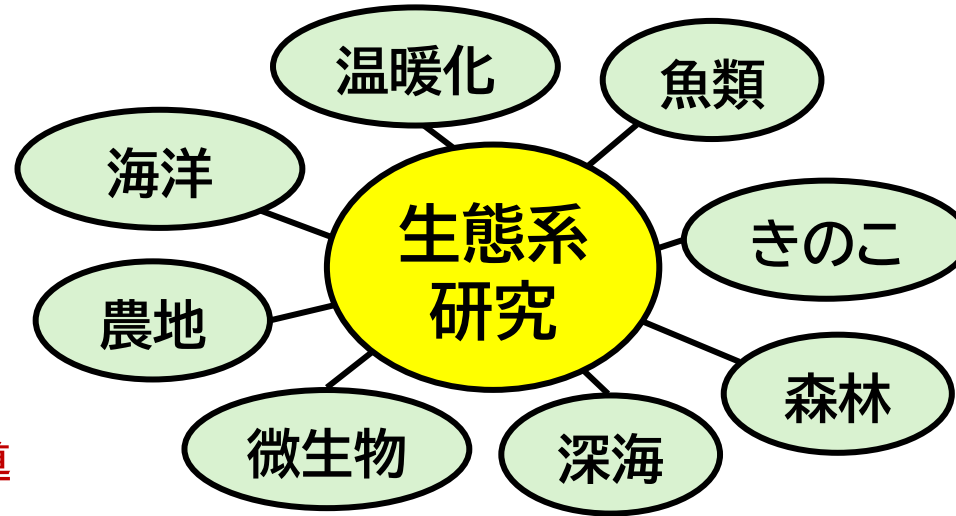
④学内研究発表会の発足・実施と国内学会発表会への参加

(1)研究活動の開始
(6月～)

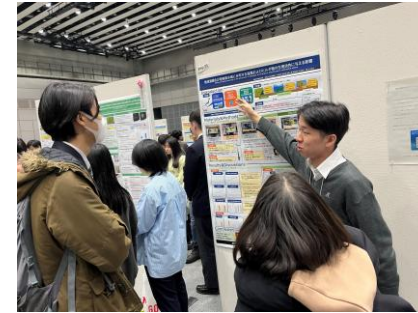


慣れてきた上級生が
下級生に測定方法を指導

(2)研究領域の広がり
(8月～12月)



(3)学会発表への参加
(12月～3月)



研究者・大学院生・同世代の研究生と
議論を深める機会の提供



複数の研究班で幅広い議論を展開 ➡研究数の増加・考察の質の向上

参加した学会発表での本校中学生の功績

- ・サイエンスキャッスル関東大会2024(東京) ➡中3生が口頭発表で**最優秀賞を受賞**
- ・第72回日本生態学会全国高校生ポスター発表大会(北海道) ➡ポスター発表優秀賞 ※中学生も参加可
- ・マリンチャレンジプログラム2025 研究費採択・関東代表者に内定 ➡中1生が最年少で受賞

実践の内容 ④学内研究発表会の発足・実施と国内学会発表会への参加

1)学内研究発表会(ASEF)の発足:10月

- ・自分たちの成果を校内の生徒や先生方や保護者に伝えたい
- ・外部の学会発表はハードルが高い

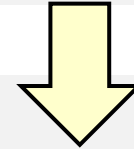
➡**中学1年生や初めて研究を始める人でも発表できる環境の構築**



2)学内研究発表会(ASEF)の実施:1月

- ・目標は来場者全員が理解できる学会、受付等も生徒たちが運営

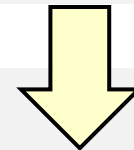
➡**中学1年生向けの発表枠も設定(発表時間短縮などの配慮)**



3)外部の企業・大学との意見交換:2月

- ・研究成果を用いて、企業や大学の研究者の方々と意見交換

➡**中学生の積極的な質疑応答がみられた**



中学生の積極性がすごい！
本当に中学生？

研究活動を通して、主体性や様々な視点から物事を考える力が向上した

実験前の仮説

- ・植物の種類
- ・植物の量
- ・土壌の種類



全クラスで共通

実験後の考察

- ・**各器官**が占める割合：65%
(例)根の量、光合成器官の量
- ・**土壌生物・微生物量**：50%
- ・土壌の**環境条件**：47%
(例)温度、土壌含水量

➡実験後は、**着眼点が具体的なものに変容した**

今回の実験を「稲」に着目した研究に活かして、日本の米不足問題の解決につながる研究を思いついた！

中2生



収量



生物量



環境
条件

➡考察に関連した研究の発案

考察に記載する内容が具体的な表現に変容 ➡ 新しい課題研究が誕生

(A)実験授業における考え方の変化

2)実験レポートの質の向上

B組測定結果				自動で入力されるので、下には記入しないこと			
班	選択	傾き(a) (ppm/分)	呼吸速度 (mgCO ₂ m-2 h-1)	班	選択	傾き(a) (ppm/分)	呼吸速度 (mgCO ₂ m-2 h-1)
1	④ 土壌のみ	20	117.8571429	2	① 土壌+種子10mL	68.4	403
2	① 土壌+種子10mL	68.4	403	5	① 土壌+種子10mL	42.3	256.6
3	③ 土壌+種子30mL	94	553.9	4	② 土壌+種子20mL	82.1	483.8
4	② 土壌+種子20mL	82.1	483.8	6	② 土壌+種子20mL	75.9	447.2
7	⑤ 土壌+種子10mL	42.3	256.6	3	③ 土壌+種子30mL	94	553.9
8	② 土壌+種子20mL	75.9	447.2	7	④ 土壌+種子30mL	136.6	803.2
9	① 土壌+種子30mL	136.6	803.2	1	④ 土壌のみ	20	117.8571429
10	④ 土壌のみ	20.75	122.33	8	④ 土壌のみ	20.75	122.33
11	⑦ 土壌のみ (銅佛山)	14.9	88	11	⑤ 土壌+種子10mL(15/17種様)	47.8	281.7
12	⑥ 土壌+種子20mL(15/17種)	60.4	356	10	⑥ 土壌+種子20mL(15/17種様)	60.4	356
13	⑤ 土壌+種子10mL(15/17種)	47.8	281.7	9	⑦ 土壌のみ (銅佛山)	14.9	88
14	⑧ 植物体のみ (銅佛山)	152	895.7	12	⑧ 植物体のみ (銅佛山)	152	895.7



60点以下の生徒 ➡ 60%減少

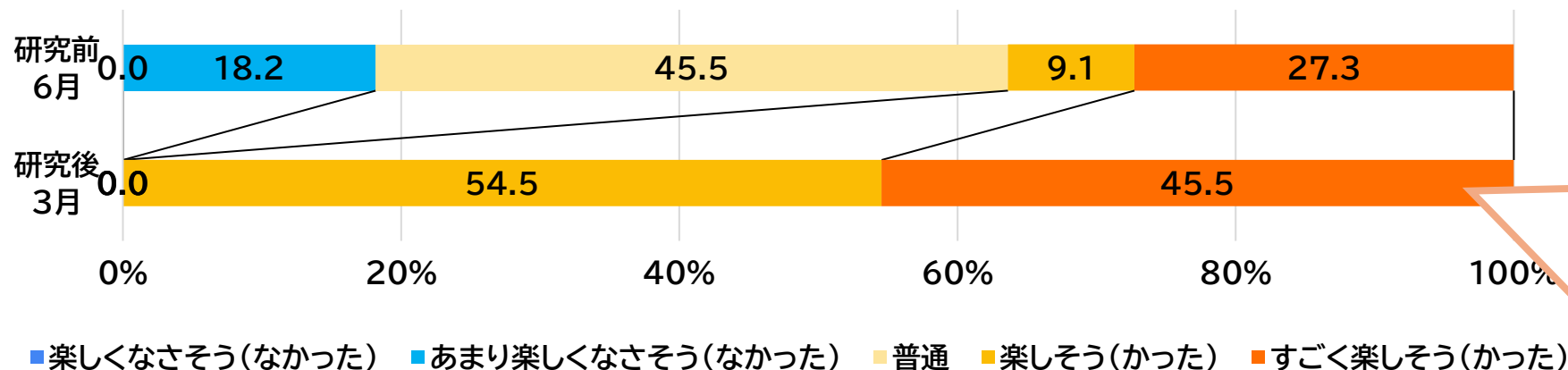
グラフ、ポスターを作る技術を学べた:中3生
プレゼンテーション能力が向上した:中2生

定量的実験によって理解度が向上 ➡理解が曖昧だった生徒にも影響

実践の成果

(B)研究活動を行う前と行った後の意識の変化

(1)学会発表に対する意識調査

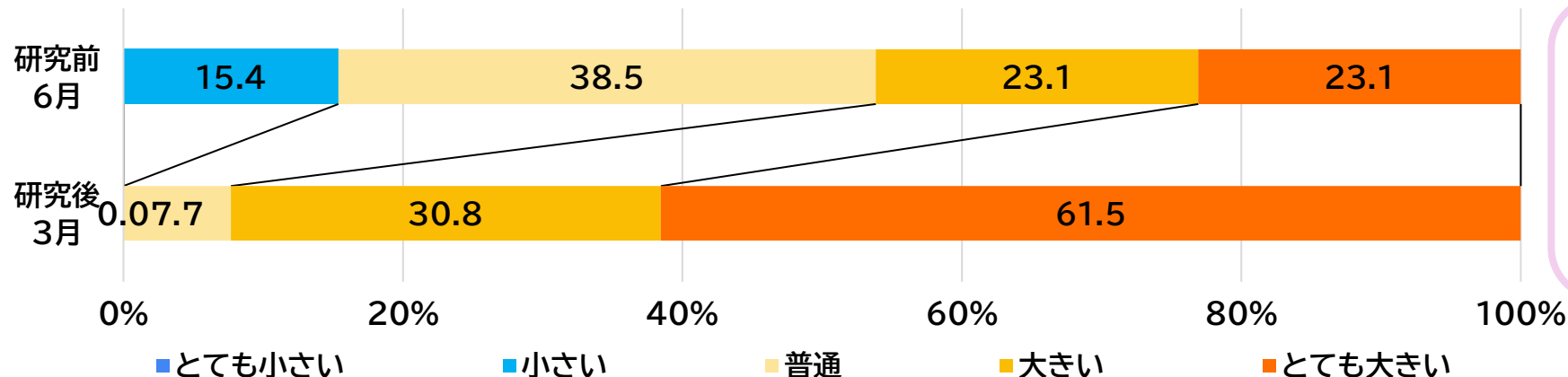


学会発表に出てよかったこと

- 1位 同世代の研究者との交流 : 57%
- 2位 大学や企業の方と交流 : 19%
- 3位 研究・発表スキルの向上 : 15%
- 4位 その他 : 9%

➡交流機会の重要性

(2)研究活動が自分の将来に与える影響



自分の研究について他の人に知ってもらおうというなかなか得られるものではない経験ができた。

中3生

研究活動における地道な努力の過程を肯定的に捉えることができた

実践の成果

(B)研究活動を行う前と行った後の意識の変化

高

主体的に関わる程度

低

⑧子供が着手し、大人とともに決定する

⑦子供が着手し、大人の指導を受ける

⑥大人が着手し、子供とともに決定する

⑤相談され、情報を受ける

④役割を与えられ、情報を受ける

③見せかけ

②飾り

①あやつり

通常の理科実験



①～③が多い

3)学会発表への参加

学会発表や研究発表会の発足

➡⑦、⑧の生徒が増加



主体性
up

2)生徒考案の研究活動

実践可能かを教員と相談

➡⑥、⑦の生徒が増加



主体性
up

1)本実践における実験授業

1人1人に役割がある

➡④の生徒が増加



協調性
up

生徒が考案した研究活動が活発化することで、主体性・協調性が向上した

今後の課題と展望

校内独自の探究活動は負担も大きい ➡ **他校間連携による探究活動の発展**

①小型CO₂濃度計を活用した実験の普及



オンラインでのデータ共有

➡「**生物多様性**」の単元に応用できる
全国の学校と連携しICTを活用することで、
地域独自のデータと比較することが可能に！

②近隣の学校と連携したミニ学会の開催

A校



B校



普段関わることがなかった同世代との交流

➡**新しい価値観をもつ友達との交流**
➡学会参加のハードルを下げることが可能

日本の理科教育の発展に貢献することができる



ご清聴ありがとうございました