

地学分野における時間認識を高める 教材の一考察

ー宇宙カレンダーの活用における教員養成課程での調査結果からー

船田 智史 (龍谷大学政策学部)

【要旨】

地学教育においては時間・空間的な視点で捉えることが、見方・考え方の特徴的な1つである。しかし、日常生活の時間スケールと大きく異なるため、適切なスケール感で実感的に学ぶことは難しい。理科教員を目指す本学学生を対象に、宇宙誕生から現在までの長大な時間感覚についての実態調査を実施した。地学分野における時間スケールの認識に着目し、138億年を3つの時代に分けたときに、各時代の相対的なスケール感覚を分析した。また、宇宙誕生から現在までの時間を1年に縮小したカレンダー上に各事象の月日を推定し、実年代との比較検討を行った。結果、宇宙創成期のスケール感が数十億年単位での認識はあるものの、特に宇宙カレンダー上の地球誕生の時期の感覚にはかなりのばらつきがあった。生命の誕生と進化の時期では、多細胞生物の誕生以降の歴史時間の感覚がより遠い昔の長い時間間隔の認識である学生も見受けられた。現代の歴史年代において正しい年代認識を持っているが、宇宙年齢では極めて瞬間の出来事であるという認識を持っていない学生が多い結果となった。宇宙・地球科学分野および歴史社会を含めた総合的な視点で、学校教育において「宇宙カレンダー」が活用できることを示唆した。

【キーワード】 地学、天体分野、時間スケール、宇宙カレンダー

I はじめに

理科（地学）教育における時間・空間概念の育成について、小・中学校学習指導要領（平成29年告示）解説理科編（文部科学省，2018a, 2018b）では理科の見方・考え方として、「「地球」を柱とする領域では、主として時間的・空間的な視点で捉えること」が、特徴的な視点として整理できると明記されている。高等学校学習指導要領（平成30年告示）解説理科編（文部科学省，2019）においても、理科の見方・考え方を「自然の事物・現象を、質的・量的な関係や時間的・空間的な関係などの科学的な視点で捉え、比較したり、関係付けたりするなどの科学的に探究する方法を用いて考えること」と整理している。小学校・中学校・高等学校と共通した「理科の見方・考え方」を働かせること

を目標と位置付けている。特に高等学校地学基礎において、知識及び技能の育成に当たっては「地球や地球を取り巻く環境について、個々の事物・現象を単に覚えさせるのではなく、それらを宇宙の誕生から現在の地球に至るまでの時間的な推移の中や空間的な広がりの中で捉えさせることが重要である。」と述べている。高等学校地学の内容では、「身近な環境から宇宙全体まで様々な時間的・空間的スケールにわたる内容を学ぶように構成している。」と明記されている。以上のことから、小学校・中学校・高等学校を通じて地学分野での時間・空間の正しい認識とスケール感覚を意識する学びは重要であるといえる。

空間スケールの認識を向上させる教材は ICT の活用も含め、これまでも多くの研究がなされており、実践授業による評価も数多く存在する（松森ら，1981，松村ら，2025）。時間スケールに関する研究として、17 歳の高校生を対象に地質学的時間の概念に対する検証調査では、ビッグバンなどの事象時期に関する誤解や地質事象間の時間長さの誤認が見られ、事象間時間差を表現する時間軸教材の必要性を明らかにした（Trend, 2001）。高校生・大学生を対象にした調査においても、絶対年代（時間スケール）のスケール感が弱いことが示唆され、時間スケールの可視化ツールとして GeoTAT（GeoTectonic Time Analysis Tool）を使った評価がされている（Dodick & Orion, 2002）。これまでも時間スケールが認知できるような様々な可視化教材の開発が研究されている。その一方、地質学的プロセスが発生する速度に基づいてその期間を判断する能力に大きなばらつきがあったと報告されている（Cheek, 2011）。アメリカとドイツの大学生を対象に地球科学と生物科学の交差点において、概念理解に焦点を当てた調査をした結果、地球の歴史における 7 つの主要な進化的出来事について、地球・生命の歴史の順序・因果関係に誤解がみられたとする報告がある（Patricia et al. 2020）。138 億年の長大で広大な時空間を扱うことを特徴とする地学分野では、適切なスケール感で実感的に学ぶことはなかなか難しいのではないだろうか。教材としての「モデル」も、現実の事物や事象を簡略化し表現することが多いために、ふさわしい空間的・時間的スケール感を伴うものとなっていないのが実情である。

日本の調査において、子どもの日常生活の時間感覚や空間尺度は天体分野でのそれと大きく異なるため、小学校の調査では誤概念につながる内容があることも指摘されている（鹿江，2022）。理科教員志望の大学生に関する研究では、「地球の内部と地表面の変動」における正答率が 20% 以下であることが示されている（瀧本ら，2024）。学生への地層の新旧判定の調査では、「古い」という時間感覚の認識から地学における時間概念獲得の重要性を指摘している（山崎ら，2012）。平成 24 年度の中学校理科教師実態調査（科学技術振興機構理科教育支援センター，2013）では、地学を苦手としている教師が他の科目と比べ

でも 42% と一番多く、どの教員経験年数においても地学が苦手であることがみてとれる。多くの高等学校において地学に関する授業が設置されていないために地学の学習経験がほとんど無く、地学の内容を教えることのできる教員もほかの科目に比べて極めて少ないことが要因であることが類推される。地学教育における理科の見方・考え方の授業実践ができる教員が少なく、正しいスケール感を意識する学びの機会が不十分であると指摘できよう。

現代人の生活の時間スケールと、地球誕生から生物の進化と人類の誕生を含む長い生命の営みの時間スケールの違いを実感する教育教材として、「地球カレンダー」がある。地球誕生を 1 月 1 日 0 時とし、現在を 12 月 31 日 24 時として 46 億年の地球の歴史を 1 年に圧縮したカレンダーである（藤岡, 2013）。筆者の手元にある日本の教科書には、時間スケールを同様のカレンダーで表現されている。地学基礎の教科書では「地質時代カレンダー」を作る実習が探究学習の 1 つとして紹介されている。地質時代を中心に事象が取り上げられ、1 年に変換する計算をした上でカレンダーに書き込むワークシートになっている（木村ら, 2016）。また、地学図表の中で「地球史の長さを感じ覚的に捉える」実習として、地球誕生から現在を 460cm の長さに置き換える方法と 1 年に置き換える方法が紹介されている（浜島書店, 2021）。世界史探究でも、地球カレンダーとして人類の進化と道筋を石器との関係も含めて紹介されている教科書も存在する（木村ら, 2021）。理科、社会科ともに地質時代を含む生物の進化や人類の誕生と進化の歴史を中心とした事象を、1 年のカレンダーに収めて現代とのスケール感との違いを表現しているといえる。各教科の特性や各単元での事象の理解を深めるための 1 つの工夫として地球カレンダーが取りあげられている。しかし、生物の進化と社会科歴史の両面を、時間スケールをそろえて丁寧に表示されているとはいえず、さらに、宇宙誕生から地球誕生までの宇宙科学の分野にまで及んだ時間スケールを表現している教科書はほとんど見られない。

II 教材としての宇宙カレンダー

地球科学的な時間スケールを実感させるために試みられている宇宙カレンダーには、暦換算型表記、長さ換算型表記の二つに分類される（伊藤, 2016）。暦換算型表記はカール・セーガンが「エデンの恐竜」の書籍の中で提唱され、宇宙の誕生から現在までを 1 年（365 日）に比例換算したときに、様々な事象が 1 年のいつに相当するのかを対応させた「宇宙カレンダー」である（Carl, 1978）。宇宙年齢を 138 億年とすると 1 秒は約 437.6 年、1 日が約 3780 年となる。

1 宇宙カレンダーの社会教育実践

著者が八尾市生涯学習センターにおいて2025年8月2日（土）に実施した夏休み子ども講座で、小学生高学年を中心に14名の参加者を対象に、生命の誕生の歴史と地球外生命に関連する話題と合わせて宇宙カレンダーを活用した。今回作成した宇宙カレンダーでは、1ヶ月を縦1列分とし、A4用紙を1枚に6ヶ月分を記載（図1は1枚目の一部分）し、A4用紙2枚で1年間が見通すことのできるタイプになっている。また、12月31日だけは別のA4用紙1枚に集約し、1時間ごとに24時間分の1列、23時台を1分毎に示す2列、59分台を1秒毎に示す2列を配置した（図2は3枚目の一部分）。2025年として曜日を入れ、現在から何年前の事象であるかも合わせて記入できるスペースも設けた。小学生にもイメージできるようにそれぞれの事象にはイラストをつけて表現をする工夫を行った（著作権の都合上、イラストは省略）。

2025			
1月		2月	
1 水	139億 宇宙の始まり (うちゅうのはじまり)	1 土	
2 木		2 日	
3 金		3 月	
4 土		4 火	
5 日		5 水	
6 月		6 木	
7 火		7 金	
8 水	135億 最初の星の誕生(さい しよのほしのたんじょう)	8 土	
9 木		9 日	
10 金		10 月	
11 土		11 火	
12 日		12 水	
13 月		13 木	
14 火		14 金	
15 水		15 土	
16 木		16 日	

図1 宇宙カレンダー（1,2月の上旬）

59分			
16秒		46秒	
17秒		47秒	5300年前 最初の文字の誕生
18秒		48秒	
19秒		49秒	
20秒		50秒	
21秒		51秒	
22秒		52秒	
23秒	1万6千年前 縄文時代の始まり	53秒	
24秒		54秒	
25秒		55秒	2026年前 イエス・キリストの誕生
26秒		56秒	
27秒		57秒	
28秒		58秒	841年前 鎌倉幕府ができる
29秒		59秒	
		59.966秒	15年前 15才の人の誕生

図2 宇宙カレンダー（12月31日23時59分）

1つ1つの事象においては、小学生の学習知識ではない項目も含まれている。しかし、本講座では海の誕生（44億年前）と現在の大気の誕生に着目することで、宇宙・地球における長い時間スケールと人類の誕生から現在に至る歴史の時間スケールの違いに気づかせる構成としている。事後のアンケート結果において、「宇宙カレンダー作りで、人類の誕生がのこり10分くらいだとわかった」という子どもの記述がみられたことは、有効的な成果があったと思われる。

2 宇宙カレンダーの学校教育実践

著者が2025年9月20日（土）に名古屋葵大学中学校高等学校にて中学1・2年生125名を対象に、「宇宙のスケールの大きさを体感しよう」という表題の出前講座を行った。時間スケールについて、前述の形式と同様な宇宙カレンダーを中学生用にアレンジして活用した。有孔虫の遺骸である「星の砂」の特徴や生態の説明後、有孔虫が誕生した年代を考える活動をおこなった。実物を目の前にした宇宙カレンダーの活用は、長い宇宙の歴史の中で、生物の登場が相対的にどのような位置関係にあるのかを再確認できる活動と言える。事後の生徒アンケートの中にも以下のような記述が見てとれる。

「まさかあんな前から地球が誕生しているとは思わなかった。」

「宇宙カレンダーを見て、今日は最古の生命の痕跡の日だとか哺乳類が誕生した日だと思って過ごしたいです。」

「宇宙の始まりから今を1年に例えると宇宙の始まりから動物などの誕生は意外とおそめでびっくりしました。」

他に、

「自分がこれから生きていく上でタメになることがあった気がしました。」

「私たちが生きている時間というのは宇宙からしたら本当に少ししかないのだと思ひ、それなら今できることを全力でやれたらいいのだと学べました。」

「宇宙カレンダーについても、わかることがあれば書こうかと思いました。」

「宇宙カレンダーは部屋にはっておきました。」

のように、自分の生活を振り返って感じたことや宇宙カレンダーの活用方法に言及している生徒も散見された。

Ⅲ 研究の目的と概要

本研究では、宇宙誕生から現在までの歴史における時間スケールについての本学学生の認識調査を実施し、時間スケールの可視化教材（宇宙カレンダー）の有効性の検討を行った。理科の教員免許の取得を目指す学生の中には、高校の地学分野が未履修である学生も

多い。宇宙誕生時点にまで遡る長い時間スケール感の認識における差異の有無や1年のカレンダーに事象を落とし込んだ時の日常スケールとの比較による認識のずれを評価することを目的とする。歴史の事象を変化の速度の違いから、以下の3つのカテゴリに分類し、宇宙カレンダーを構成した。

- ① 宇宙の始まりから地球ができるまでの宇宙創成期（138億年前～46億年前）
- ② 地球誕生後の生物の進化につながる生物分野（40億年前～数千年前）
- ③ 人類が誕生してからの社会歴史（700万年前～現在）

各カテゴリにおいて、事象の時間スケールの絶対時刻の認識と宇宙カレンダーでの対応する月日の比較における相対時刻の認識に見られる相違点を評価・検討する。時間スケールについての学生の認識調査によって得られた、理科教員を目指す学生の知識力とスケール感覚の実態を明らかにする。地学教育が抱える問題点をより具体化し、宇宙カレンダーの活用の有効性を理科教育の課題とともに議論したい。

IV アンケート調査について

2025年度の理科教育法Bを履修している農学部2年次生17名を対象とし、2025年11月13日（木）の授業内で質問紙調査を実施した。回答は出席者全員から得られた。

1 調査方法

授業前の事前アンケートでは現在の知識レベルを前提に大きく2つの質問を行った。質問1では、138億年前の宇宙誕生から現在に至るまでの時間スケールの中で、3つに分けた各カテゴリの事象（表1の全22項目）の絶対年代を問うものである。さらに、その回答が学生自身の中で既知とされるものなのか、それとも予想されたものかも合わせて質問した。質問2は、宇宙の始まりを除く21の項目で上げた事象が1年に縮小した宇宙カレンダーにおいて何月何日に相当するか、を問う質問である。12月31日ごろだろうと思われる事象については、さらに詳しく時分秒も記入してもよいという指示も与えた。

表 1 事前アンケートでの事象一覧

宇宙創成期（4 項目）	生物の進化的分野（10 項目）	社会歴史（8 項目）
1, 宇宙の始まり	5, 最初の生命の誕生	15, 猿人の誕生
2, 最初の星の誕生	6, 真核生物の誕生	16, 人類の初めて火の使用
3, 銀河系の誕生	7, 多細胞生物の誕生	17, ホモ・サピエンスの誕生
4, 地球の誕生	8, 魚類の誕生	18, 最初の文字の誕生
	9, 両生類の誕生	19, イエス・キリストの誕生
	10, 爬虫類の誕生	20, 鎌倉幕府の成立
	11, 恐竜の誕生	21, 第 2 次世界大戦の終結
	12, 哺乳類の誕生	22, あなたの誕生日
	13, 鳥類の誕生	
	14, 恐竜の絶滅	

2 授業展開と事後アンケート

授業でアンケートの意図を説明し、学生自身の時間認識と事実とのギャップを体感する宇宙カレンダーの教材を作成した。配付した宇宙カレンダーは 2026 年版に設定し、A4 用紙 3 枚で構成する表である。この表は、前述の八尾市での小学生対象の講座で活用したカレンダーを本研究教材としてアンケート項目（全 22 項目）に沿う形に改変した。事後アンケートでは、自身の時間スケールの感覚分析と宇宙カレンダーの教材価値の検討について回答を求めた（表 2）。

表 2 事後アンケートの質問項目

① 「宇宙カレンダー」を知っていましたか。知っていた人はどの程度知っていましたか。
② 時間スケールが自分の最初の感覚と実際の答えの感覚と比較して分析してください。
③ 宇宙のスケールと私たちの日常のスケールの違いを学ぶことの意義は何だと思えますか。
④ この宇宙カレンダーの教材の良さ（教育効果）は何だと思えますか。
⑤ この教材をもっとこうしたらいいのに、こう使ったらいいのにと思うところは何ですか。その思う理由もあれば書いてみてください。

また、この授業後にオンライン（manaba）での提出課題として、感想や意見などを聴取するレポートも設定した。

V 結果

1 事前アンケートの結果

(1) 事象の認知度

学生が認知している（知っている）と評価した項目を表3で示す。その年代が正しいものには○，間違っているものは×の欄にそれぞれの人数を記す。記載のない項目については，すべて予想値として回答されたものである。

表3 知っていると認識した項目とその人数（人）

項目	○	×
宇宙の始まり	1	1
地球の誕生	6	0
恐竜の絶滅	0	2
最初の文字の誕生	0	1
イエス・キリストの誕生	8	0
鎌倉幕府の成立	9	1
第2次世界大戦の終結	14	0

(2) 宇宙創成時期の認知度

宇宙誕生からの現在までの年齢の感覚結果を表4に示す。以後のアンケートの分析では，学生の宇宙年齢の感覚を大きく3つのグループに分けて検討する。

表4 宇宙年齢の回答から得られたグループ分け（17人中）

グループ	学生の示した宇宙年齢のスケール	人数	%
a	100億年以上	9	53
b	45億年以上 100億年未満	6	35
c	45億年未満	2	12

今回の調査で，100億年と回答した学生が5人で，正解に近い学生が3人であった。オーダーとして宇宙の年齢をほぼイメージできていたのは，約半数であった。一方，45億年もしくは46億年と回答した学生は3人おり，地球の誕生と宇宙の誕生を誤解しているものと思われる。

2 事後アンケートの結果

主な調査結果を項目ごとに示す。学生の記述については原文のままとする。

(1) 宇宙カレンダーの認知

17人中知っていたという学生は6人であった。人類の誕生が12月31日であることや生命の誕生が12月に集中していることが学習によって既知である学生もいた。一方で、11人が知らなかったと回答した。

(2) 時間スケールの認識分析

- ・「遠い昔の出来事ほど実際の年より今に近い年に回答し、現在に近い出来事ほど実際に年より遅い年にしていた。このことから、宇宙の時間スケールを短く感じ、逆に人類のスケールを過大に評価していた。」
- ・「宇宙の誕生から魚類の誕生までは、比較的一致していたが、猿人の誕生から以降についてはずれが大きかった。歴史に関しての関心があまりなかったのが原因であるかもしれない。」
- ・「魚類の誕生などが、自分の感覚ではもっと昔であるように感じていたが、宇宙の歴史の中では、12月という最近の出来事であることに驚いた」

(3) スケールの違いに関する学びについて

- ・「日頃生きている1日の価値を感じることができる」
- ・「自分の人生の短さを知り、大切に生きようと思う」
- ・「宇宙の壮大さを感じることができ、感謝の気持ちが生まれる」
- ・「人類が誕生してから10分も経っていないに、文明がこんなにも発展したってこと」
- ・「人類はこの宇宙から見ると、とっても短い影響しか与えていないと感じる」

(4) 宇宙カレンダーの教育効果と考察

- ・「一目でより分かりやすいものとして定規のようなものの表示でもよい」
- ・「黒板いっぱい数直線を書いたら、「人類史みじか!!」となるんじゃないか」
- ・「自分の興味関心に合わせて追記できるように書けたらおもしろい」
- ・「数字を見るだけでは、歴史の長さなんてわからない。社会科の授業でも使えるのではないか」

- ・「社会歴史の最近の出来事が秒単位に示されることで宇宙の始まりなどがどれだけのことなのかが認識しやすい」
- ・「それぞれの单元毎に、宇宙カレンダーで時間間隔を意識するようにする」

VI 分析結果と考察

事前アンケートによる結果から、時間スケールの感覚差（質問1）と宇宙カレンダーでの予想月日（質問2）について、各カテゴリでの傾向の分析をおこなう。なお、図3～8において同一記号（A～Q）は同一学生とみなす。

1 質問1の分析と考察

以下の図3～5で、縦軸は学生が答えた各事象の年代で、学生個人ごとに並べている。正解値は横線で示している。特に、図4,5においては年代が大きく変化するため、片対数表示で示している。

（1）宇宙創成期の時間スケールの認識

図3の横軸において、学生記号（記号A～Q）は、宇宙誕生138億の正答に近い人から順番に記した。表3の[a]グループがA～Iの学生、[b]グループがJ～Oの学生、[c]グループがP～Qの学生とする。すべての事象において、全員が絶対年齢に近い数十億年以上での回答であり、この時期のスケール感はほぼ想像できていると言える。

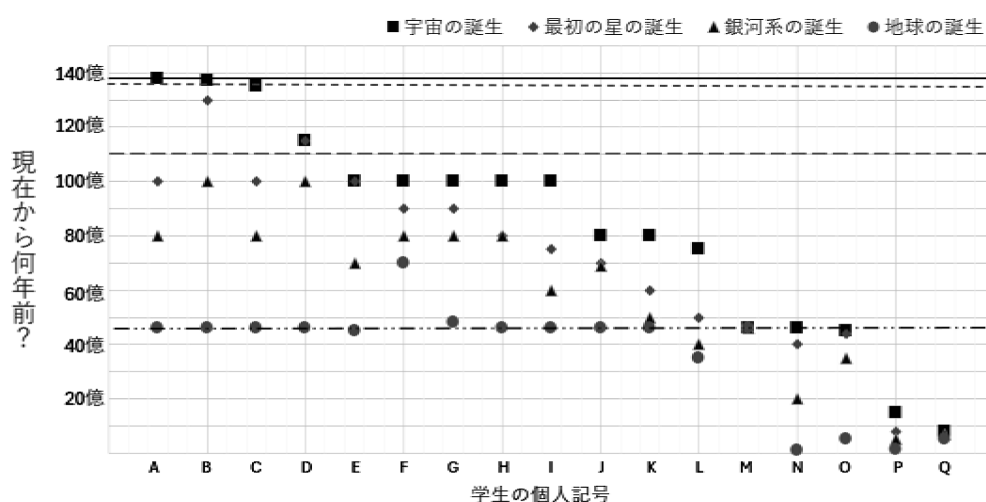


図3 宇宙創成期での学生の時間スケールの感覚差

(2) 生物の進化時期の時間スケールの認識

宇宙創成期ではほぼスケール感が合っている [a] グループについて、A は、途中でスケール感がずれてしまっている。D, G, H および, [b], [c] グループの K, N, O, P は、生物誕生時期の時間認識が事実より早く認識している。特に, [a] グループの G, H は、生物の誕生を4桁以上も早い時期であると認識している。N については、宇宙創成期同様に1桁ずれている。O, P については事実からかなり早い時期に回答している。約半数に近い学生は、生物の誕生時期を事実より早い時期に感じていると言える (図4)。

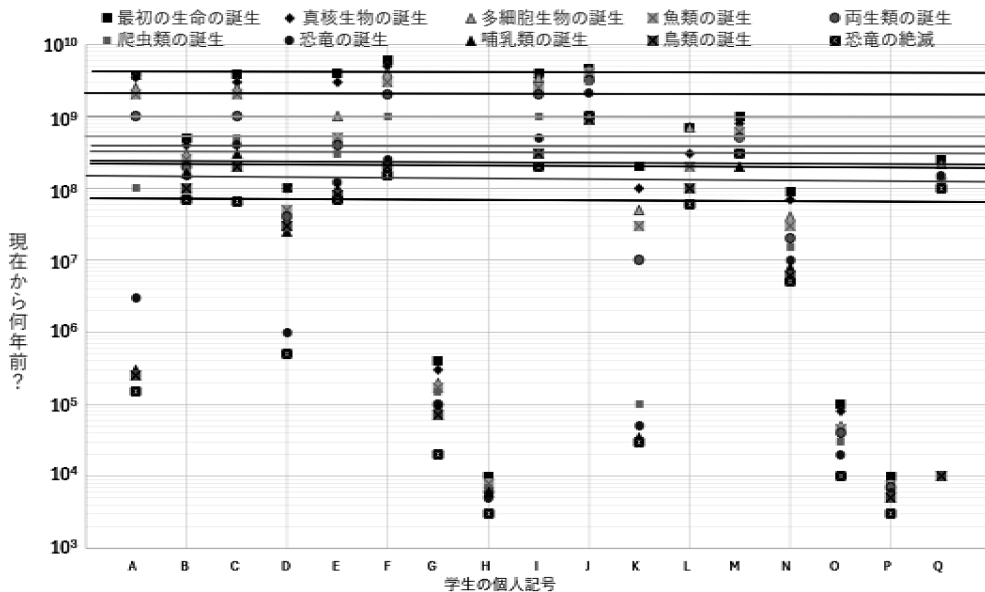


図4 生物の進化時期での学生の時間スケールの感覚差

(3) 人類誕生から現在までの時間スケールの認識

現在に近い社会歴史 (項目 18~21) については学習知識もあり、正しいスケール認識であると言える。人類の誕生と進化の時期 (項目 15-17) については, [a] グループの G, H と N 以降の学生は大きく下回っていることが見てとれる (図5)。

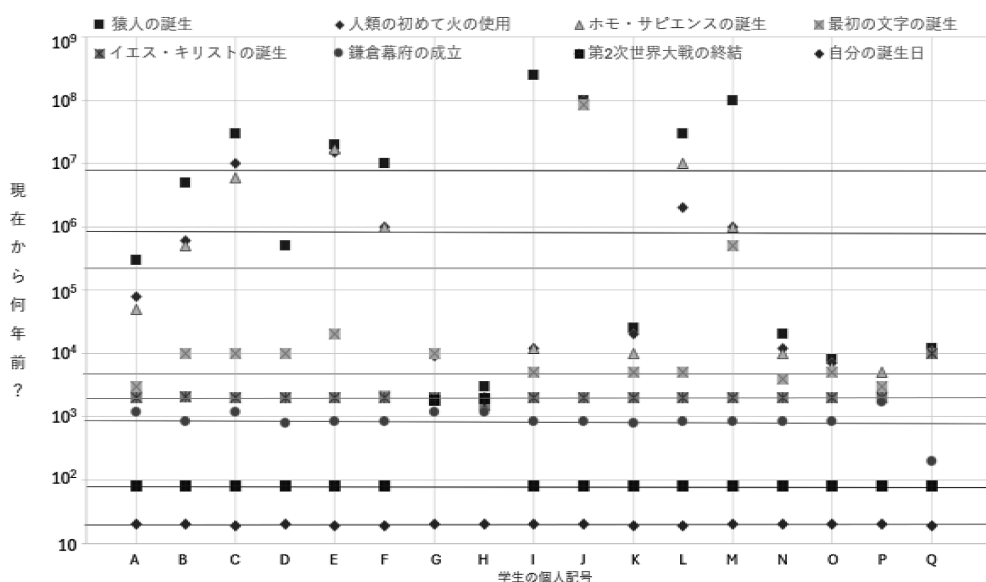


図5 人類誕生から現在までの学生の時間スケールの感覚差

2 質問2の分析と考察

以下の図6～8では、横軸は正しい宇宙カレンダーの月日、縦軸は各学生の感覚で予想した月日を個人ごとの折れ線グラフで示した。太い破線は正しいスケール感覚を示している直線である。

(1) 宇宙創成期での宇宙カレンダー上の認識

地球の誕生を1ヶ月以内で認識している学生は2名(K, C)だけで、大きく下回ったのは9名、上回っているのが6名であった。Bは記入不備であったためグラフからは除外した。長い年月がかかっている宇宙創成期においては、学生によってそのスケール感にかなりばらつきがあるように思われる。地球年齢46億年が数字で認識されていても、宇宙スケールでどの時期に相当するのか?というところまではイメージできていないことを示唆している(図6)。

(2) 生物の進化時期での宇宙カレンダー上の認識

BとFは記入不備であったためグラフからは除外した。全体的に1年の下半期に集中しており、生物の誕生が宇宙誕生から後半の時期であると認識していることは見てとれる。しかし、最初の生命の誕生から多細胞生物の誕生までは、あまり時間がかかっていな

いという感覚の学生が7割であるのに対し、哺乳類までの誕生の時間間隔において実際より多く時間がかかっていると認識している学生も4名（G, J, K, O）いることもわかる。さらに、この時期が12月中旬よりも早い時期であると認識している学生は30%程度である（図7）。

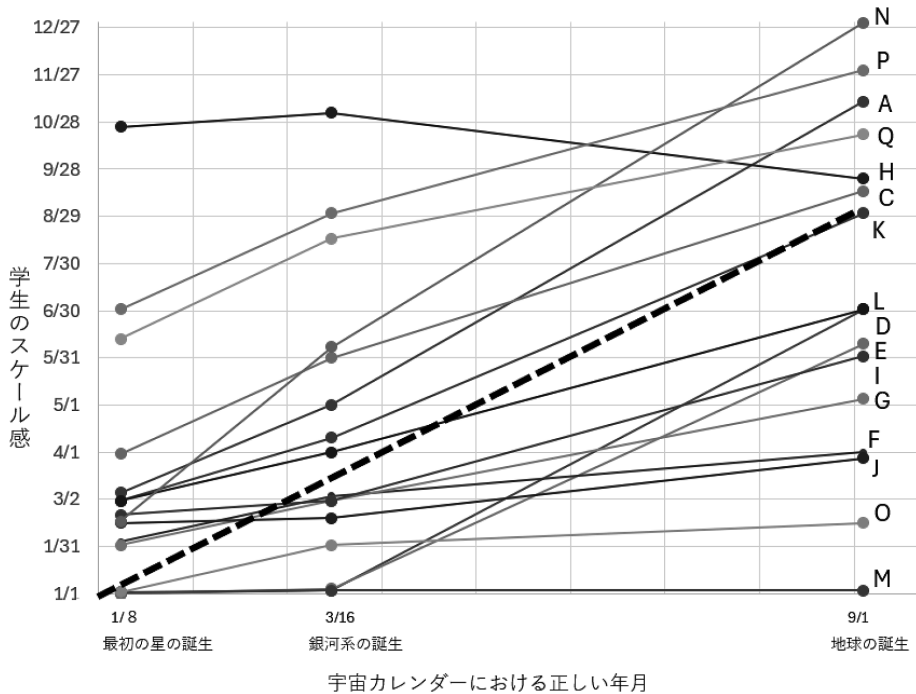


図6 宇宙創成期における宇宙カレンダー上の感覚差

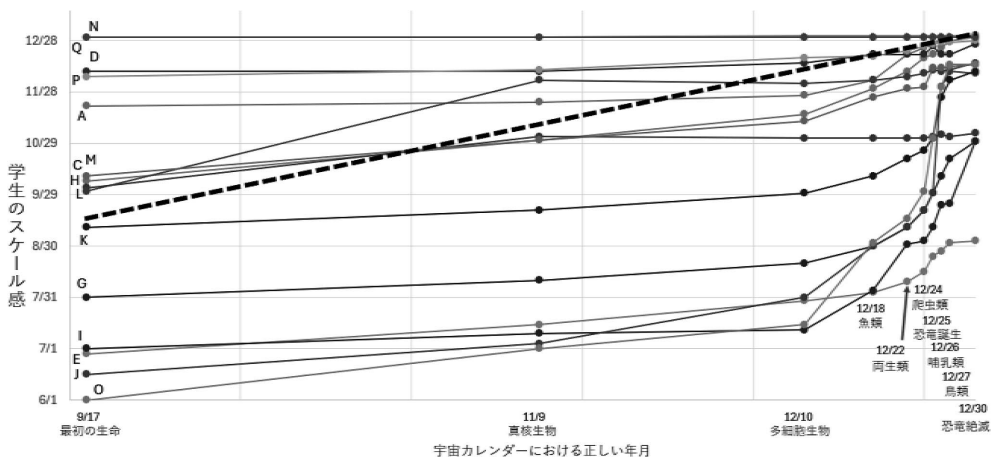


図7 生物の進化時期における宇宙カレンダー上の感覚差

(3) 人類誕生から現在までの宇宙カレンダー上の認識

この時期では、すべての事象が宇宙カレンダー上では12月31日に相当するため、横軸を12月31日の時刻で示している。グラフ上部の12月31日で横の直線になるのが正しい認識であり、4名(A, B, C, N)が該当する。12月以外と回答したのは3名(E, G, I)、12月前半が4名(H, J, K, O)であり、宇宙スケールの中でより昔のできごとと認識している状況がうかがえる(図8)。

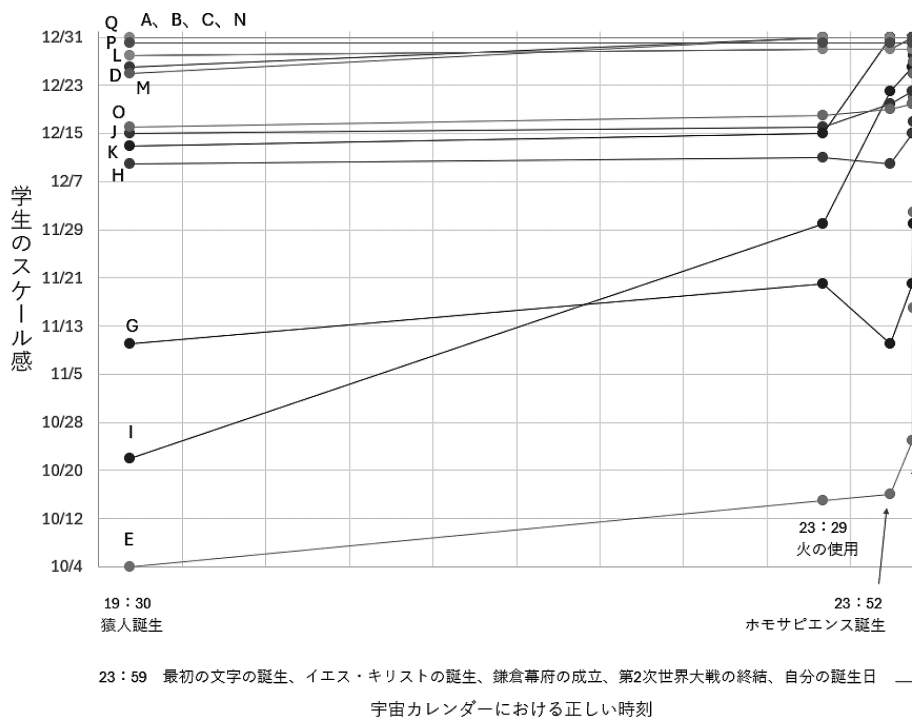


図8 人類誕生から現在までの宇宙カレンダー上の感覚差

3 考察とまとめ

学生の時間スケールの認識の傾向として、宇宙創成期では数億年~138億年の時間認識を持っているが、1年に変換した際の時間スケール感には人によって大きく異なることがわかった。46億年前の地球誕生時が1年の3分の2あたりに相当するはずだが、スケール感覚には一定の傾向がなく幅広い誤認がみられた。人類誕生までは、事象の発生時期が実際よりも昔のことと感じている学生と、実際よりも早い時期に発生していると感じている学生との2層に分かれており、質問1で答えた年代の数値と宇宙カレンダーでの月日との関係に傾向はみられない。一方で、人類の進化に対する時間スケールのばらつきはあるも

の、実際よりも昔のできごととして認識する傾向にある。社会歴史の時期では正しい年代認識はあるが、宇宙スケールの中ではほんの一瞬のできごとという認識している学生は2割程度であった。

宇宙カレンダーは数億年前、数千万年前というはるか遠い昔のできごとを、1年の日付で表記されることで、身近な事象に感じ、直感的にイメージしやすくなる。単に宇宙の歴史だけではなく、生物の進化の歴史、人類の誕生からの変遷、社会科の歴史までも包括するカレンダーである。宇宙の歴史からみると、人類の歴史の短さが特徴的に表現され、現在の生活を振り返る一考にもなるといえる。このことは、学生の事後アンケートからでもうかがえる。理科の視点でいえば、地球科学と生物科学をそれぞれの進化の歴史を縦割りで捉えるのではなく、138億年の継続した宇宙全史を俯瞰して捉える見方もできる。また、人類の歴史と社会活動が行われた歴史（社会科）とのつながりを意識できる教材として、教科を超えて同じ宇宙カレンダーを活用する方法を模索できないだろうか。複数の教科書において地球カレンダーは紹介されている。しかし、地球・宇宙の歴史を1年に換算するカレンダーを知っている学生が全体の4割にも満たない。宇宙全史の正しいスケール感の獲得が、現代社会の在り様から自然環境を含む未来社会への考察にもつながる。そのためにも本研究が、学校カリキュラムの中で宇宙カレンダーを活用した実践事例が増えていくきっかけになることを願いたい。

謝辞

龍谷大学多賀優氏には、様々な視点から討論をしていただいた。厚くお礼申し上げます。

八尾市生涯学習センターの石井千絵氏には、宇宙カレンダーの制作に御協力いただいたことを深謝いたします。

名古屋葵大学中学校高等学校の金原和仁先生と講座を受講された生徒さんには、貴重な知見をいただきました。感謝申し上げます。

2025年度後期「理科教育法B」の履修生のみなさんには、アンケートにご協力ありがとうございました。

【引用文献】

Carl Edward Sagan. (1978) *The Dragons of Eden*, 秀潤社, 282 頁。

Cheek, K. A. (2011) Exploring the Relationship between Students' Understanding of Conventional Time and Deep (Geologic) Time, *International Journal of Science Education*, 35(11) pp.1925-1945.

Dodick, J., & Orion, N. (2003) Measuring Student Understanding of Geological Time. *Journal of Research in Science Teaching* v40 no4 pp.415-442.

藤岡換太郎 (2013) 「海はどうしてできたのか」講談社, 205 頁。

浜島書店編集部 (2021) 「新地学図表」浜島書店, 185 頁。

伊藤孝 (2016) 「地球科学的な時代・時間の感覚を把握する試み 現職教員研修における『地球全史スーパー年表』の活用」茨城大学教育学部紀要 (教育科学) 65 号, 437-452 頁。

- 科学技術振興機構理科教育支援センター（2013）「平成24年度中学校理科教師実態調査」
- 鹿江宏明（2022）「地球を柱とする領域における「時間的・空間的」視点の指導（1）－小学校児童を対象とした調査結果より－」比治山大学・比治山大学短期大学部教職課程研究巻8, 199-206頁。
- 木村龍治ほか17名（2016）「改訂地学基礎」東京書籍, 84-85頁。
- 木村靖二ほか9名（2022）「詳説世界史」山川出版社, 4頁。
- 松森靖夫・関利一郎（1981）「児童・生徒の空間認識に関する研究（Ⅱ）－方向概念を中心として－」日本理科教育学会研究紀要, Vol.22, No.2, 61-71頁。
- 松村雅文・加藤恒彦（2025）「4次元デジタル宇宙ビューワー Mitaka による天文教育普及：その活用方法と実践」
- 文部科学省（2018a）「小学校学習指導要領（平成29年告示）解説理科編」東洋館出版社, 13-14頁。
- 文部科学省（2018b）「中学校学習指導要領（平成29年告示）解説理科編」学校図書, 11-12頁。
- 文部科学省（2019）「高等学校学習指導要領（平成30年告示）解説理科編理数編」実教出版, 12-13, 149-150, 160頁。
- Patricia Jaimes, Julie C. Libarkin, and Dominik Conrad（2020）College Student Conceptions about Changes to Earth and Life over Time *Life Sciences Education* 19: ar35 pp.1-13.
- 瀧本家康・亀田直記（2024）「理科教員志望の大学生は「地球の内部と地表面の変動」に関する時間スケールを有しているか」理科教育学研究, Vol.65 No.2
- Trend, Roger. (2001) An Investigation into the Understanding of Geological Time among 17-year-old Students, with Implications for the Subject Matter Knowledge of Future Teachers. *International Research in Geographical and Environmental Education*. 10(3) pp.298-321.
- 山崎良雄, 間々田和彦, 木内誠二（2012）「地学教育における時間と空間認識と概念形成の試み」千葉大学教育学部研究紀要 第60巻 433-439頁。