OKAYAMA UNIVERSITY

Earth Science Reports

Vol. 24, No. 1, 2017

CONTENTS

Rounded pebble of metamorphosed iron-formations from conglomerate of the Miocene deposits in Yatakayama, Kibi Plateau, Okayama Prefecture
Shigeyuki SUZUKI, Haruo KONAMI, Mayumi USUI 1

Interdisciplinary class for high school students on the climate environment around Japan and "seasonal feeling" expressed in the school songs with attention to the asymmetric seasonal march from autumn to the next spring
Kuranoshin KATO, Haruko KATO, Shoji MIYAKE, Taizo MORI 5

Department of Earth Sciences
Faculty of Science, OKAYAMA UNIVERSITY
1-1, Tsushima-Naka 3chome, Kita-ku OKAYAMA 700-8530, JAPAN

Okayama University

Earth Science Reports

Vol. 24, No. 1, 2017 (Annual)*

© 2017

by

Okayama University

Earth Science Reports Editorial Committee

All Rights Reserved

Chief Editor: Shigeyuki Suzuki
e-mail: zusuzuk@cc.okayama-u.ac.jp

Editors: Osamu Okano, Junji Yamakawa,
Mayuri Inoue and Takao Fujiwara

Publisher
Department of Earth Sciences, Faculty of Science,
Okayama University
1-1, Tsushima-Naka 3chome, Kita-ku, Okayama 700-8530, JAPAN
TEL. 81-86-251-7891 FAX. 81-86-251-7895
http://earth.desc.okayama-u.ac.jp/

* No. 1 is issued annually, additional volumes of the same year
will be published occasionally using No. 2, etc.

Printed in Japan

OKAYAMA University
Earth Science Reports,
Vol.24, No.1, 1-4, (2017)

岡山県吉備高原弥高山地域に分布する中新統礫岩から変成鉄鉱石礫の発見

Rounded pebble of metamorphosed iron-formations from conglomerate of the Miocene deposits in Yatakayama, Kibi Plateau, Okayama Prefecture

鈴 木 茂 之 (Shigeyuki SUZUKI)*
小 網 晴 男 (Haruo KONAMI)**
臼 井 まゆみ (Mayumi USUI)***

Abstract

The Kibi Plateau was a part of the Eurasian Continent and separated by the event of opening of Japan Sea. The rounded pebble which is considered to be continental origin was discovered. The pebble is siliceous and attracts magnets. Prepared thin-sections were observed under microscope. Selected minerals were analyzed by EPMA. The rock is composed of recrystallized quartz, magnetite, riebeckite, stilpnomelane and associated with very tiny minerals with very high relief and interference colors. The assemblage suggests that there is a possibility that the rock is a metamorphic rock of iron-formations and derived from continent.

Keywords: Continental origin, Miocene conglomerate, rounded pebble, iron-formations, Kibi Plateau

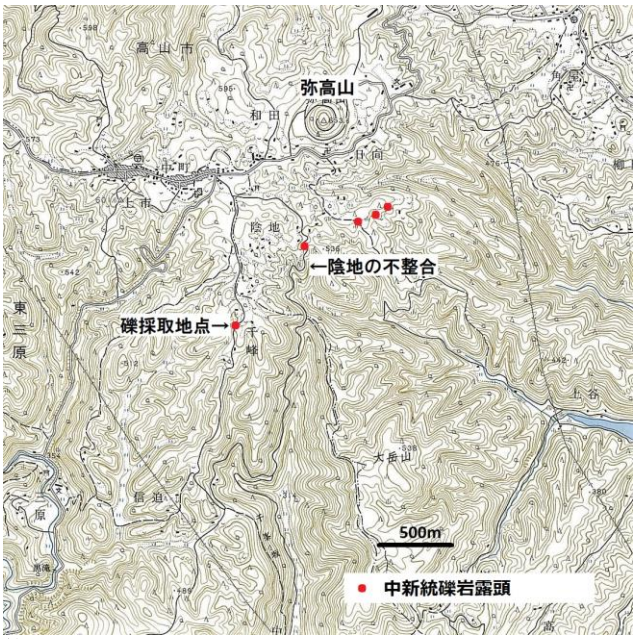
I. はじめに

吉備高原地域は中新世の日本海拡大によって大陸から分離してきたにも関わらず、その前後で変動はなく、一枚板のように安定な状態が続いている（鈴木・柳田, 2017 など）。これは谷底の河床礫からなる古第三系吉備層群（鈴木ほか, 2000 など）の分布は当時の流路を保存しており、断層による不連続がほとんど認められないことによる。吉備高原が大陸の一部であったとみなされることから、吉備層群中に大陸由来の礫の存在が期待される。しかし吉備層群からは周囲に分布する、秋吉帯構成岩と白亜紀火成岩および堆積岩の礫以外見出されていなかった。大陸と同じ変成岩が基盤をなす飛騨帯との間には分水界があったと推測される。ところが高梁市弥高山南方の中新統礫岩から珪質で磁石を引きつける円礫が見出された。これは岡山朝日高等学校と津山高等学校が実施した岡山県地球惑星科学共同研究の調査による。このような岩石は日本列島では知られていない。岩石薄片を作成して顕微鏡観察と共に、鉱物の EPMA 分析を行った。ここではその奇妙な礫の岩石記載を行いその由来を検討した。

II. 採取地周辺の地形と地質の概要

採取地は岡山県高梁市川上町弥高山南南西約 1.3km の井原市芳井町千峯にある（第 1 図）。吉備高原地域にあり、定高性がある小起伏面で特徴づけられる吉備高原面と、それを侵食する急傾斜な谷からなる（第 2 図）。検討した礫は吉備高原面に分布する中新統礫岩（標高 555m）から採取された。中新統の構造は水平であり、基底（標高 525m）の“陰地の不整合”から、上位の弥高山玄武岩の基底（標高約 600m）の間に谷埋性堆積物として分布する。中新統は淘汰が良い砂岩からなる下部と泥岩からなる上部からなる。礫岩はこの下部の最上位あたりに挟まれ、第 1 図に示すように追跡できる。上部の泥岩から珪藻化石と放散虫化石が検出され、中期中新世であることが確かめられている。珪藻化石は *Crucidenticula kanayae* 帯(NPD 3A, 16.9-16.3Ma)上部と *Denticulopsis praelauta* 帯(NPD 3B, 16.3-15.9Ma)下部に相当し（渡辺ほか, 1999）、放散虫化石は *Cyrtocapsella tetrapera, C. cornuta* を多く含む中新世前期から中期にかけての種が得られている（竹村・三宅, 2001）。

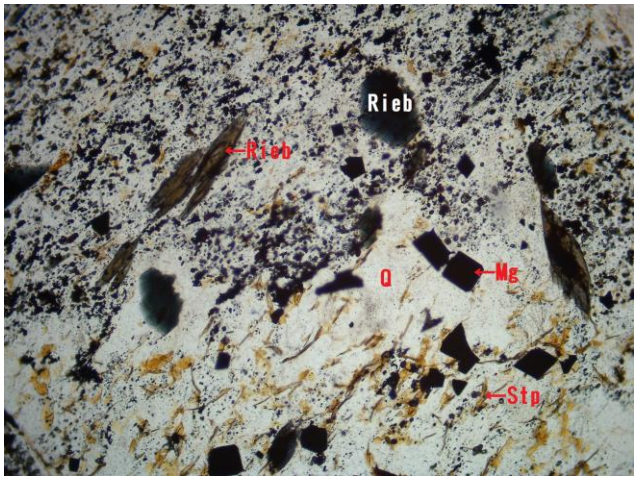
* 岡山大学大学院自然科学研究科，〒700-8530 岡山市北区津島中三丁目 3-1-1
* Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama University, Okayama, 700-8530, Japan
** 岡山県立岡山朝日高等学校，〒703-8278 岡山市中区古京町 2-2-21
** Okayama Prefectural Okayama Asahi Senior High School, Okayama, 703-8530, Japan
*** 富士学院，〒700-0027 岡山市北区清心町 3-27
*** Fujigakuin-Okayama, Okayama, 700-0027, Japan

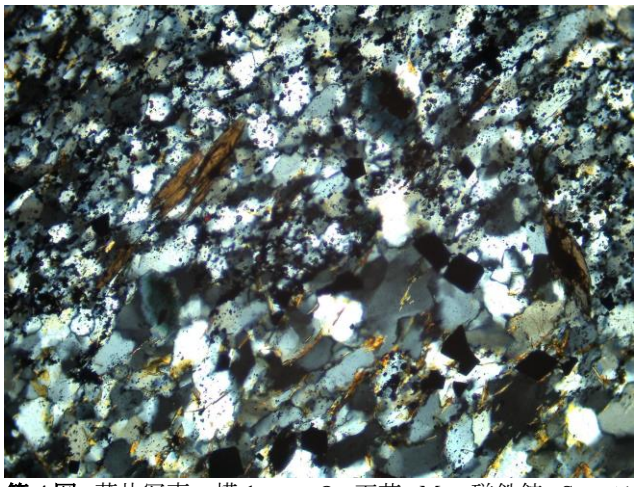


第 1 図：位置図：
採取地点は北緯 34°43′36.6″、東経 133°24′15.5″

第 2 図：採取地周辺の地形。弥高山より採取地付近（矢印）を望む。

第 3 図：礫の外観。付着している磁石の直径は 1.5cm。
a:礫の表面、**b**:礫の切断面。





第 4 図：薄片写真　横 1mm　Q: 石英、Mg: 磁鉄鉱、Stp: スティルプノメレーン、Rieb: リーベック閃石

III. 礫の岩石学的記載

直径約 8cm の堅硬な円礫である。石英の粒度が相対的に大きい灰色部分と微粒で磁鉄鉱を多く含む暗色部分からなる。この礫では第 3 図 **a** にあるように両者は小断層で接しているため、成層構造をなしているかどうかははっきりしない。**b** は暗色部分の切断面である。微粒であり、リーベック閃石が多い部分と石英が多い部分に別れやや不均質である。

顕微鏡下では再結晶した石英、磁鉄鉱、リーベック閃石、スティルプノメレーンと微粒な不透明鉱物と屈折率が高く高次の干渉色をもつ鉱物からなる（第 4 図）。石英はモザイク状組織をなす。磁鉄鉱は自形をなす。リーベック閃石は菱形からやや不規則な形をなす。不透明に近い青から黄茶色の多色性があり、2 方向の劈開が認められる。スティルプノメレーンは弱い定向性をもって配列する。板状をなし茶色から灰緑色の多色性がある。

リーベック閃石と磁鉄鉱については EPMA 分析を行って化学組成を確認した。分析は岡山大学自然生命科学研究支援センター所属の電子プローブマイクロアナライザー（日本電子株式会社・JXA8230）を使用した。表 1 にリーベック閃石 6 結晶の分析結果を示す。マグネシウムより鉄に富みナトリウムを含んでいることからリーベック閃石であることが確認できる。

Element	1	2	3	4	5	6
SiO_2	52.86	51.34	53.39	53.01	53.89	52.36
TiO_2	0.01	0.02	0.01	0.03	0.02	0
Al_2O_3	0.89	1.67	1.81	1.27	0.84	0.76
Cr_2O_3	0	0	0	0	0.03	0
FeO*	27.5	30.5	28.16	27.83	30.05	24.76
MnO	0.23	0.35	0.22	0.25	0.21	0.26
MgO	5.24	1.78	3.49	4.3	3.43	5.6
CaO	1.06	0.25	0.55	0.95	0.31	1.53
Na_2O	6.68	6.85	6.43	6.38	6.64	5.77
K_2O	0.02	0.01	0.04	0	0	0.02
P_2O_5	0.03	0	0.02	0.01	0	0.06
NiO	0.04	0.01	0.04	0.09	0.02	0.02
Total	94.56	92.78	94.16	94.12	95.44	91.14

表 1：リーベック閃石の化学組成（Mass%）；FeO*は全鉄量

IV. 礫試料の岩石と由来

珪質で磁鉄鉱を多く含む岩石として、先カンブリア紀の縞状鉄鉱層の岩石が知られており、鉄資源開発とも関連して調査が行われている。これらはカナダのラブラドル地域やオーストラリア西部など大陸の始生代から原生代の地層に伴われている。変成作用を受けているものも多い（ラブラドル地域 ; Klein, 1966 など、モンタナ地域 ; Immega and Klein, 1976 など、オーストラリア西部 ; Gole, 1980 など）。縞状鉄鉱層は約 35 億年前から形成され始めて約 25 億年前にピークに達し、18 億年前まで堆積が続いたと考えられている（Klein, 2005）。Klein (1983)は北アメリカ大陸北部からモンタナ州および西部オーストラリアに分布する縞状鉄鉱層の続成・変成作用を検討したが、そのうちの中程度変成作用（黒雲母帯）とした岩石に出現する鉱物は、石英、磁鉄鉱、赤鉄鉱、スティルプノメレーン、炭酸塩鉱物、リーベック閃石、グリュネル閃石であることを示している。これは本研究試料岩石の構成鉱物と調和的であることから、この岩石は変成した縞状鉄鉱層の岩石と考えられる。

そうであれば、中国大陸の鞍山などに分布する、先カンブリア紀の鉄鉱層が供給源の可能性がある。しかし中新統堆積時の古地理は入江や瀬を伴う多島海が復元されていることから（糸魚川, 1992 など）、大陸から直接供給されたとは考えにくい。付近には白亜系“硯石層”が分布しているので、そこからの再堆積も考えられる。成羽町の羽山層がこの地層に相当し礫組成が記載されているが（鈴木ほか, 2001）、礫種の多い順から、石灰岩、チャート、酸性火山岩、塩基性火山岩、砂岩、泥岩、斑レイ岩、蛇紋岩、圧砕花崗岩であり、これらは周囲の先白亜系の構成岩石である。砂岩組成も岩石片 61%、長石片 19%、石英片 11%と周囲の当時島弧変動帯であった地質を反映している。一方上部三畳系成羽層群の砂岩は火山岩片が卓越するものの、石英と長石も多い組成を示し、礫岩には花崗岩・片麻岩およびオーソコーツァイトの礫を含む（亀高, 1997）。またカリ長石片や白雲母片も少ないながら存在している（亀高, 1997）。花崗岩・片麻岩やオーソコーツァイトは大陸地域に広く分布している。カリ長石の存在は花崗岩地域からの供給が考えられる。白雲母片が伴われることは変成岩地域からの供給も推測される。これらのことから、成羽層群砕屑物の一部は大陸からもたらされた可能性がある。以上のことから問題の礫が大陸起源であるとすれば、成羽層群の礫岩から再堆積したものと推測される。

V. まとめ

岡山県吉備高原地域の中新統から得られた磁石を引きつける珪質岩礫は縞状鉄鉱層の岩石であると考えられ、大陸から運ばれて来た可能性がある。しかし中新統の礫となったのは成羽層群礫岩からの再堆積によるものであろう。

謝辞

岡山大学理学部、藤原貴生氏には岩石薄片の作成および本稿体裁の調整をしていただいた。岡山県地球惑星科学共同研究に参加した岡山朝日高等学校と津山高等学校の生徒の皆さん、岡山県高等学校教育研究会理科部会地学分科会の高梁市立松山高等学校西谷知久教諭、津山高等学校山本隆史教諭には本調査に協力していただいた。以上の方々に厚くお礼を申し上げます。

引用文献

Gole, M.J. 1980. Mineralogy and petrology of very-low-metamorphic grade Archean banded iron-formations, Weld Range, Western Australia. *American Mineralogist*, **65**, 8-25

Immega, I.P. and Klein, C. 1976. Mineralogy and petrology of some metamorphic Precambrian iron-formations in southwestern Montana. *American Mineralogist*. **61**, 1117-1144

糸魚川淳二・柴田　博. 1992. 瀬戸内区の中新世古地理（改訂版）. 瑞浪市化石博物館研究報告, No. 19, 1-12

亀高正男. 1997. 上部三畳系成羽層群の後背地. 地質学雑誌, **103(9)**, 880-896

Klein, C. 1966. Mineralogy and Petrology of the Metamorphosed Wabush Iron Formation, Southwestern Labrador. *Journal of Petrology*, **7**(2), 246-305

Klein, C. 1983. Diagenesis and metamorphism of Precambrian iron-formations. In A.F. Trendall and R.C. Morris, Eds., Iron-Formation: Facts and Problems, p. 417-469. Elsevier, Amsterdam

Klein, C. 2005. Some Precambrian banded iron-formations (BIFs) from around the world: Their age, geologic setting, mineralogy, metamorphism, geochemistry, and origin. *American Mineralogist*, **90**, 1473-1499

鈴木茂之・Asiedu, D.K.・藤原民章. 2001. 岡山県成羽地域の下部白亜系河成層－羽山層. 地質学雑誌, **107(7)**, 541-556

鈴木茂之・柳田　誠. 2017. 吉備高原の地形と古第三系“山砂利層”. 地質技術, 第 7 号, 27-33

竹村厚司・三宅　誠. 2001. 岡山県高山市地域からの中新世放散虫化石の産出. 兵庫教育大学研究紀要, **21(3)**, 23-30

渡辺真人・三宅　誠・野崎誠二・山本裕雄・竹村厚司・西村年晴. 1999. 岡山県高山市地域の備北層群、および津山地域勝田層群から産出した中新世珪藻化石. 地質学雑誌, **105(2)**, 116-121

OKAYAMA University
Earth Science Reports,
Vol.24, No.1, 5-18, (2017)

日本の気候環境と愛唱歌などにみる季節感に関する高校での学際的授業の開発（冬を挟む日本の季節進行の非対称性に注目して）

Interdisciplinary class for high school students on the climate environment around Japan and "seasonal feeling" expressed in the school songs with attention to the asymmetric seasonal march from autumn to the next spring

加藤　内藏進 (Kuranoshin KATO)*
加藤　晴子　(Haruko KATO)**
三宅　昭二　(Shoji MIYAKE)*
森　　泰三　(Taizo MORI)***

Abstract

This study is a part of the activity to develop an interdisciplinary lesson plan for high school students on the climate environment around Japan and the "seasonal feeling". This time, we focused our attention to the asymmetric seasonal march from autumn to the next spring as proposed by Kato et al. (2013). Comparison of the climate between early winter and early spring was made in the class not only on that around the Japan but also on the relation to the larger-scale systems such as the Siberian air mass, including the brief data analysis. The students also compared the detailed "seasonal feeling" between the two seasons expressed in the school songs and the Japanese classic poems called "Wa-Ka". This paper reports the contents and results of this joint activity at the two high schools.

Keywords: Interdisciplinary activity on climate and cultural understanding education, Climate environment around Japan, Seasonal cycle and "seasonal feeling", Asymmetric seasonal march from autumn to the next spring, ESD

I. はじめに

日本の気候系は，地球規模のアジアモンスーンの影響を受けるとともに，モンスーン・サブシステム間の季節進行のタイミングのずれの影響も加わり，多彩な季節サイクルを示す。つまり，日本付近の季節サイクルは，単なる四季ではなく梅雨と秋雨を加えた六季で基本的には特徴づけられ，更にそれらの間の中間的な季節も独特な特徴を示す（松井・小川編 1987；松本 1993；加藤・加藤・別役 2009；加藤・加藤 2014a；加藤・加藤・赤木 2011；加藤・三好他 2015，等）。一方，そのような多彩な季節感を育む気候環境は，古典文学，美術，音楽などの作品成立の重要な背景の一つである。従って，文化理解教育においては，作品成立の一つの背景としての気候環境の理解の際に，多彩なサイクルの中での季節の特徴と季節感に注目することも有用と考える。

例えば，秋と真冬の間の 11 月～12 月初め頃には，真冬ほど気温は低くないが冬型の気圧配置の出現頻度が増大し，北陸の日本海側等では，冬型の気圧配置に伴って「時雨」と呼ばれる俄雨もしばしば見られるようになる（吉野・甲斐 1977；大和田 1994；加藤・佐藤他 2011；加藤・加藤・赤木 2011；加藤他 2012；加藤・加藤 2014a，等）。そのような秋から冬への季節進行を例に，加藤・佐藤他（2011）は，日本の気候の学習と時雨を詠んだ和歌の鑑賞との連携による高等学校での学際的授業の開発を行なった。

一般に，気候やその変動，異文化・自文化の理解にも繋がる教育は，持続可能な社会作りの担い手を育てる ESD（Education for Sustainable Development）としても重要な取り組みの一つである。しかも，ESD においては，気候変動，防災，環境，文化理解，等の個々の個別的な分野の取り組みだけでなく，様々な分野を多面的な視点で繋げ，総合的に取組むことが必要とされている（ユネスコ国内委員会 2016）。従って，上述の

*　岡山大学大学院教育学研究科（理科），〒700-8530 岡山市北区津島中三丁目１－１
*　Graduate School of Education, Okayama University, Okayama, 700-8530, Japan
**　岐阜聖徳学園大学教育学部（音楽），〒501-6194　岐阜市柳津町高桑西 1-1
**　Faculty of Education, Gufu Shotoku Gakuen University, Gifu, 501-6194 Japan
***　岡山県立岡山一宮高等学校（地理），〒701-1202　岡山市北区楢津 221（現在，岡山県立岡山操山高等学校）
***　Okayama-Ichinomiya High School, Okayama, 701-1202 Japan

「『アジアモンスーン・サブシステム』間の季節進行のタイミングのずれ」の影響も強く受けて細かいステップで大きく変化する季節の特徴や季節感に注目する際には，複数の因子間の絡みも直視する必要が高いため，多面的な視点で種々の繋がりを考える ESD 的視点の育成にも有効ではと考える。

そのような観点から本グループは，日本付近の季節サイクルと音楽等の文化理解教育に関連して，時雨の他に，ドイツとの比較も含めた日本の春の季節と季節感（加藤・加藤 2005，2006，2011；加藤他 2006；加藤・加藤・逸見 2009；加藤(晴)他 2013），暖候期の中の季節進行の中で見た降水の多様性と季節感（加藤他 2012；加藤・加藤 2014b），ドイツの冬の厳しさと季節感（加藤他 2017），等に注目した学際的な授業開発の研究を行ってきた。

更に日本付近での季節進行は，アジアモンスーン・サブシステム間の広域的な季節進行のタイミングのずれにも関連して，盛夏期や真冬の時期を挟んで非対称的な特徴を示す。例えば，日本列島での秋雨〜秋にあたる 9〜10 月でも，熱帯・亜熱帯西太平洋域での海面水温が大変高い領域の東西の広がりは，8 月と同様に年間で最も広い。このため，9〜10 月でも平年の台風の発生数は盛夏期に比べてそれほど少なくない（加藤・加藤・別役 2009；加藤・加藤・赤木 2011；加藤・加藤 2014a）。

第 1 表　日本列島付近における冬を挟む非対称的な季節進行の特徴。加藤(内)他（2013）等に基づき纏めた。

	初冬	早春
日本を取り巻く広域の環境	・シベリア高気圧やシベリア気団に対応する大陸の低温域は，11 月頃にはかなり成長している。 ・冬型の気圧配置時の日本海側の降水に関連した日本海からの熱・水蒸気供給は，11 月には大変大きい。 ・11 月頃の日本列島南方の高温の気団は，3 月頃に比べてあまり南下していない	
日本付近の特徴	・旬平均気温の気候値の極小期は，冬型の天気パターン（日本海側で降水，太平洋側で晴天）の卓越期間（11 月中旬頃〜3 月中旬頃）の真ん中の時期より大分遅れる。 ・日本付近では，早春の晴天時の日射は，初冬よりもかなり強い。	
まとめ	気温はまだ高いのに，冬型の天気パターンが卓越し日射は弱い	気温が低いにも関わらず晴天時の日射は強い

一方，冬を挟む季節進行は，「秋から冬」（11 月頃の『初冬』を中心に）と「冬から春」（2 月後半〜3 月前半頃の『早春』）との間で，第 1 表に示すような非対称性的な特徴を示す（加藤(内)他（2013），加藤・加藤（2014a）などのレビューを参考に纏めた）。これらの季節進行の非対称性に注目することは，前述のアジアモンスーン・サブシステム間の季節進行のタイミングのずれを反映した複数の因子の絡み合い方を意識させる機会になる。また，例えば冬へ向かう季節と冬から離れる季節との間の「似ているようで，よく見ると小さくない違い」にも注目することを通して，通り一遍の見方だけでは気づかない気候環境システムの巧妙さやその中での季節感の微妙な違いの一端にも気づくきっかけになり得よう。

このような観点から，加藤他（2014），加藤他（2015）は，初冬と早春との季節進行の非対称性をテーマに，気候と音楽，美術との連携による大学での教科横断的授業の開発を行った。それらの授業実践における音楽と美術の連携では，初冬と早春とを比較しながら音や色で表現する活動を行った。その結果，学生の作品では，初冬よりも早春の方が平均気温は低いにも関わらず，早春の方が明るく暖かいイメージが表現されていた。しかも，「美術→音楽→美術」という表現活動のフィードバックを重ねた加藤他（2015）での取り組みの方が，その傾向がより強調されていたという。

これらの結果に関連して，加藤他（2014），加藤他（2015）は，次第に暖かくなる早春には，日射の季節的増加が平均気温上昇に先行する中で，日々の大きな変動として時々現れる高温日の印象が強ければ，上述のような感じ方も不思議ではない旨の考察を行なっている。逆に，「作品が，幅を持つ季節のどのような側面を強く感じたのか」に注目することにより，変動性や重層性を持つ季節や気候の理解を深める一助になりうる可能性にも言及した。

ところで，中学校理科の第 2 分野や高等学校の地学においては，日本の各季節における気象の大まかな特徴は学習するものの，季節の気象・気候を支配する広域の気団や高低気圧システムの特徴，及び，それらの季節推移に関する具体的実態の把握は，季節平均場に関しても不十分である。岡山県の高等学校では，現在，地学や地学基礎を開講している学校自体も大変少ない。また，地理では日本や世界の気候も学ぶが，高等学校で必ずしも全員が地理を学ぶとは限らない。従って，中学校や高等学校では，まずは平均的な大気場や気象要素の季節推移に絞っても，データから現象の特徴を把握する気象・気候の学習の提案は，それなりに意義深いものと考える。

一方，高等学校での日本の古典文学に関する学習は中学校よりもかなり深まっているので，唱歌等に加えて和歌に表現された季節感にも目を向けながら，日本付近の詳細な季節の進行と広域場との関連を把握する取り組みも有用と考えられる。また，アジアモンスーン・サブシステム間の季節進行のタイミングのずれに対する日本列島付近での応答は，低緯度から高緯度

まで伸びるアジアモンスーン全体の季節進行自体への理解を深める切り口にもなり得よう。

そこで本研究では，(1)愛唱歌や和歌に表現された初冬と早春の季節進行や季節感の比較，及び，(2)気象・気候データからみる日本の初冬と早春の気候の比較や広域場の季節進行との関係，等，「冬を挟む日本付近の季節進行の非対称性を切り口に，季節サイクルと季節感への考察の視点を深める」ための高等学校での学際的授業を開発した。授業実践は，岡山県立倉敷青陵高等学校での土曜講座（2013 年 12 月 21 日(土)10 時～12 時頃。音楽と連携して。出席者約 30 名），及び，岡山県立岡山一宮高等学校（2014 年 3 月 5 日 14:45～15:30。地理の日本の気候に関する発展的内容として。出席者約 80 名）にて行った。

なお，同様な視点による美術や音楽と連携した授業実践については，加藤(内)他（2013）や加藤他（2014）に報告されているように，岡山大学教育学部での「くらしと環境」にても行ったが（文系の学生も含めた教育学部生向けの教科横断的授業。2013 年 8 月 28 日～30 日に行われた集中講義の第 3 日目全体。出席者約 35 名），倉敷青陵高等学校での授業では，複数の唱歌の内容から詳細な季節の進行をイメージする活動を組み込むとともに，気候データのグラフを描く作業も行った。一方，岡山一宮高等学校では，音楽とのジョイントは行わなかったが，日本列島を挟んでシベリア域と西太平洋域との季節進行のタイミングの違いを把握するための教材も追加した（但し，作業の時間が取れず，結果の図に基づく解説で終わった内容も一部あったが）。本稿では，両校における授業の内容・教材等の紹介，及び，主に倉敷青陵高等学校での実践結果について報告する。なお，授業分析用の記録としてのビデオや写真の撮影，ワークシート記載事項の利用に関しては，受講者から口頭で了解を得ている。

II. 授業の概要

2.1 倉敷青陵高等学校での授業の概要

対象：岡山県立倉敷青陵高等学校「土曜講座」
（1 年生 17 名，2 年生 10 名，3 年生 1 名の計 28 名）
授業者：加藤内藏進(T1)，加藤晴子(T2)
テーマ：『季節の移ろいと季節感』を通してみる
日本の広域気候環境―秋から冬と冬から春の季節進行の違いに注目して―
主な学習活動：

①和歌に表現された内容から，初冬と早春の気象・気候や季節感を比較する（新古今和歌集より 3 首ずつを例に）（主担当：加藤内藏進）。

②「秋から冬」，「冬から春」の時期を歌った愛唱歌各 5 曲を季節の進行の順に並べてみる。愛唱歌にみる季節の移ろいについて注目した点をワークシートに記載する（主担当：加藤晴子）。

③冬を挟んだ日本列島付近の卓越気象系や気温（グラフを描く作業も含む），日射，及び，広域気団分布などの季節進行の特徴の非対称性を把握する（主担当：加藤内藏進）。

④学習活動①～③で学んだことを踏まえ，愛唱歌を季節進行の順に再度並べ直し，その際に注目した点をワークシートに記載する（主担当：加藤晴子）。

⑤本時全体のまとめ（加藤内藏進・加藤晴子）。

活動全体を振り返ると共に，本時の活動が，ESD に求められている視点に繋がることもコメントしてまとめとする。

2.2 倉敷青陵高等学校での学習活動の補足

学習活動①：

新古今和歌集に収録されている初冬と早春に関連した和歌からそれぞれ 3 首を鑑賞し，それらに表現された気象・気候や季節感を比較した。授業で鑑賞した和歌は以下の通りである。なお，授業における和歌の提示や解説の際には，「和歌や愛唱歌に関する資料」のリストに示した和歌に関する資料を参考にした。

（初冬の時雨を詠んだ和歌の例）

●神な月降りみ降らずみさだめなき
時雨ぞ冬の始めなりける
（よみ人知らず，後撰和歌集巻第八
冬歌 四四五）

●こがらしの音に時雨を聞きわかで
紅葉にぬるる袂とぞ見る
（中務卿具平親王，新古今和歌集
巻第六冬歌 五七五）

●木の葉散る時雨やまがふわが袖に
もろき涙の色と見るまで
（右衛門督通具，新古今和歌集
巻第六冬歌 五六〇）

（早春の雪などを詠んだ和歌の例）

●春日野の下萌えわたる草のうへに
つれなく見ゆる春のあわ雪
（権中納言國信、新古今和歌集巻第一
春歌上 一〇）

●明日からは若菜摘まんとしめし野に
昨日も今日も雪は降りつつ
（山部赤人、新古今和歌集巻第一
春歌上 一一）

●梅が枝になきてうつろふ鶯の
はね白たへにあわ雪ぞ降る
（よみ人知らず、新古今和歌集巻第一
春歌上 三〇）

加藤(内)他（2013）でも述べているように，初冬では，気象学的に，寒気吹き出し時の対流雲による驟雨性の降水である時雨がイメージ出来るが，明るい気分に関連したような情景ではない。一方，早春の頃の和歌には雪を素材とした和歌も多いが，梅との抱き合わせ等の他に，若菜，新芽のような緑，等に関連した情景が詠み込まれた和歌も少なくないようであった。気温は低くても，また，雪が降ったり残雪があったりしていても，日が差した時の明るさ，萌え始めた若草の薄緑を感じる情景は，初冬との違いを感覚的に捉える一助になるのではないだろうか（ここまで，加藤(内)他（2013）の文章を若干短縮しながら引用）。

学習活動②と④：

Work:それぞれの曲について注目したことを書こう。切り取って、季節の移り替わる順に並べてみよう。
ワークシート 1 に貼る。

《早春賦》	《紅葉》
注目したこと	注目したこと
《どこかで春が》	《里の秋》
注目したこと	注目したこと
《春の小川》	《野菊》
注目したこと	注目したこと
《花》	《冬の星座》
注目したこと	注目したこと
《朧月夜》	《たきび》
注目したこと	注目したこと

第 1 図　学習活動②で使用した作業用シートの例。
曲毎にミシン目を入れ 1 曲ずつ切り離すことができるようにした。

活動で取り上げた愛唱歌は，次の 10 曲である。

「秋から冬へ」

《紅葉》　（詩：高野辰之・曲：岡野貞一）
《里の秋》　（詩：斎藤信夫・曲：海沼　実）
《野菊》　（詩：石森延男・曲：下総皖一）
《冬の星座》　（詩：堀内敬三・曲：ヘイス）
《たきび》　（詩：巽　聖歌・曲：渡辺　茂）

「冬から春へ」

《早春賦》　（詩：吉丸一昌・曲：中田　章）
《どこかで春が》（詩：百田宗治・曲：草川　信）
《春の小川》　（詩：高野辰之・曲：岡野貞一）
《花》　（詩：武島羽衣・曲：滝廉太郎）
《朧月夜》　（詩：高野辰之・曲：岡野貞一）

活動では，曲の大枠を捉え，感じ取った上で，比較も交えながら各曲を詳細にみていくという段階的な方法をとった。

まず，各曲の歌詞を読み，季節の進行の中のどのような時期や様子が歌われているかを捉えた。ここでは，普段あまり意識してはいないものの，自分たちが各々持っている季節感や季節の体験について曲を通して振り返り，改めて意識することを狙った。歌には，季節を表現したものが多いこと，その表現には風土やくらしとも関わりがあること，等への気づきを期待した。

次に，各自が注目した言葉，イメージしたことに基づき，第 1 図に示したシートの各曲を切り離して，各自が考えた季節進行の順に「冬から春へ」，「秋から冬へ」曲を並べてみることを行った。並べた順番をあらためて検討した上で，自分の考えが決定した段階でワークシートに糊で貼りつけを行った。ここでは，複数の曲を比較しながら，曲に表現されている事象や心情について，音のメロディやリズムとの関りからも詳細に捉え，同じような時期の中でも季節の進行の違いを捉えることを狙いとした。この活動では各曲について注目した点を自由記述すると共に，ワークシートの下欄にも自由記述の欄を設けた。そこでは，何故この順番に並べたかの根拠が記載されることを期待した。

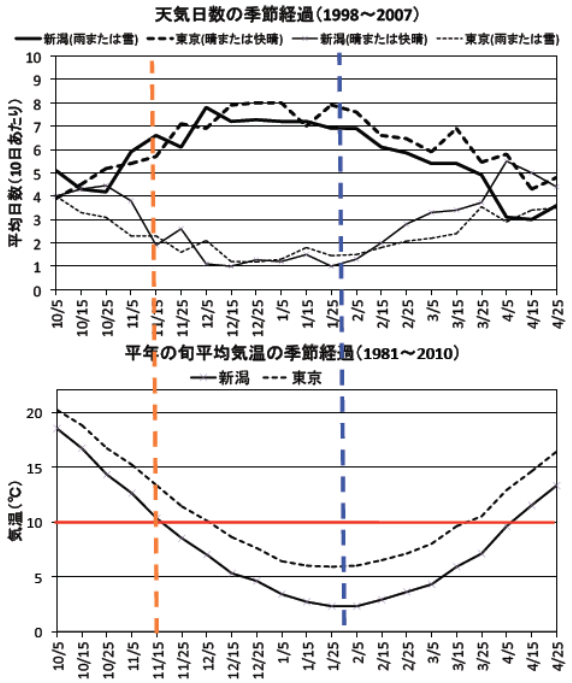
学習活動②では，「気づいたことを書こう」という問いかけにしたが，学習活動④では，「気象の学習によって歌の捉え方について学習前とは何か変化が生じましたか？どのような変化があったか書こう。」という問いかけにした。音楽にみる表現や自分の感じ方と科学的な眼でみることを掛け合わせた活動を通して，音楽の表現の捉え方に何か違いが生じたのか，生徒自身が感じ取ることができれば，ものの見方の広がりのきっかけを得ることができるのではないかと考えたためである。

学習活動③：

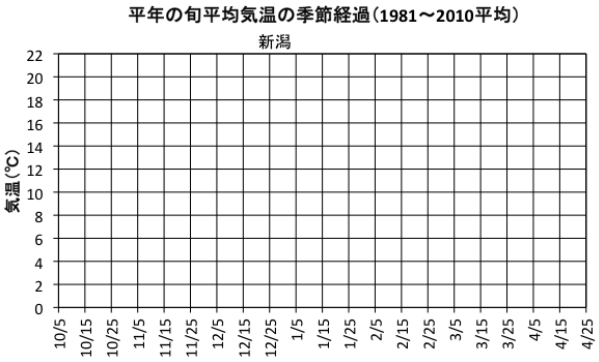
本研究では，加藤(内)他（2013）による図や考察結果に基づき，気候関係の教材を作成した。第 1 表に示されるように，旬平均気温の気候値の極小期は，冬型の天気パターン（日本海側で降水，太平洋側で晴天）の卓越期間（11 月中旬頃〜3 月中旬頃）の真中の時期より大分遅れる。一方，日本付近では，早春の晴天時の日射は，初冬よりもかなり強い。

そのような日本列島付近での初冬と早春の違いを具体的に捉えるために，授業では，第 2 図上段に示される冬型の天気パターン（新潟で雨または雪，東京で

晴または快晴）の出現頻度の平均的季節変化のグラフを提示するとともに，第 2 図下段に対応するスペースには，第 3 図で差し替えたものを配布した。また，別に，新潟と東京における旬平均気温の平年値を記した数値の表を配布して，第 2 図下段のグラフを授業中に描かせた（時間の関係で，新潟のみをプロットさせた）。



第 2 図　新潟と東京における旬別天気日数の季節変化（1998～2007 年平均）（上段），及び，気象庁による新潟と東京における旬平均地上気温の平年値の季節変化（1981～2010 年平均）（下段）。加藤(内)他（2013）に掲載された図を改変。なお，上段は，「気象年鑑」（気象業務支援センター刊行）に基づき解析した加藤・佐藤他(2011)の図に 1～4 月の解析結果を追加したもの。また，下旬の日数も，全て 10 日あたりの値に換算されている。

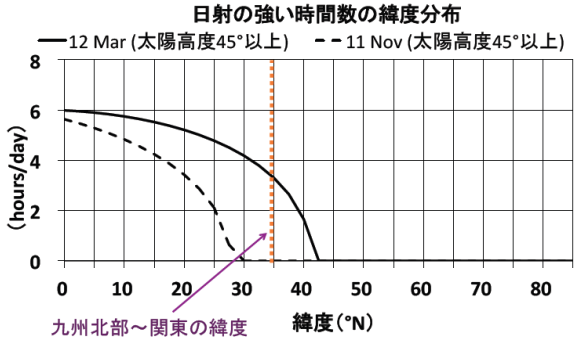


第 3 図　第 2 図下段に対応するグラフを描かせるために授業で配布したグラフエリア。

また，日射に関しては，晴天時の日射に注目して，第 2 表の 2 月～4 月における太陽の南中高度，昼間の長さ，太陽高度 45°以上の時間数の例，及び，第 4 図の太陽高度 45°以上の時間数の緯度分布の，初冬（11 月 11 日を例に）と早春（3 月 12 日）との比較，を提示した（加藤・加藤・逸見 2009 や加藤・加藤（2005）と同様な計算による）。なお，加藤(内)他（2013）も述べているように，11 月頃と 3 月頃における日中の日差しの強さの違いは，まさに九州～東北南部に対応する 30～40N 付近の緯度帯で特に顕著に見られることも興味深い。

第 2 表　35°N における晴天時の日射の特徴。

中国地方～関東付近での太陽の照り方（北緯35度）			
	南中高度（°）	1 日あたりの昼間の長さ(時間)	1日の中で太陽が45° よりも高い高度から照る時間
2月10日ごろ	40	10.6	なし
3月10日ごろ	51	11.7	3.3
4月10日ごろ	63	12.8	5.3



第 4 図　太陽高度 45°以上の時間数の緯度分布。単位は 1 日当たりの時間数。3 月 12 日を実線，11 月 11 日を破線で示す。加藤(内)他（2013）の図を改変。

ところで，第 1 表に纏めたように，11 月頃には，季節平均場としてもシベリア気団に対応する低温域やシベリア高気圧がかなり成長している。一方，10 月～11 月頃の日本列島南方の高温の気団の季節的南下は遅く，例えば地上気温 25℃の等温線も，11 月頃には 3 月頃に比べてあまり南下していない。つまり，比喩的な言い方ではあるが，早春よりも初冬の方が，「広域的には，北方のシステムと南方のシステムとがよりシャープに対峙する中での，冬型の気圧配置」がというイメージで捉えられる。

授業では，気象庁（1991）による月平均海面気圧の気候学的分布図や，気象庁 HP に掲載の月平均地上気温分布図に基づき，10 月～4 月（地上気温は 9 月から）における広域分布の季節経過の図を配布して説明した（JRA-25 アトラスより，2.4 の第 6 図の形で配布。なお，現在は，より改良された JRA-55 のアトラスが

HP に掲載)。更に，海から大気への水蒸気輸送量だけでなく熱輸送量も，日本海域では 11 月頃からかなり大きくなって積雲が発生しやすくなることを，日本海平均の海面水温や（Kato and Asai 1983），海からの熱や水蒸気の輸送量の季節変化の図等を提示して説明した（気象庁 HP の JRA-25 アトラスに基づき日本付近を切り取って月順に並べたものを教材として配布した)。

2.3 岡山一宮高等学校

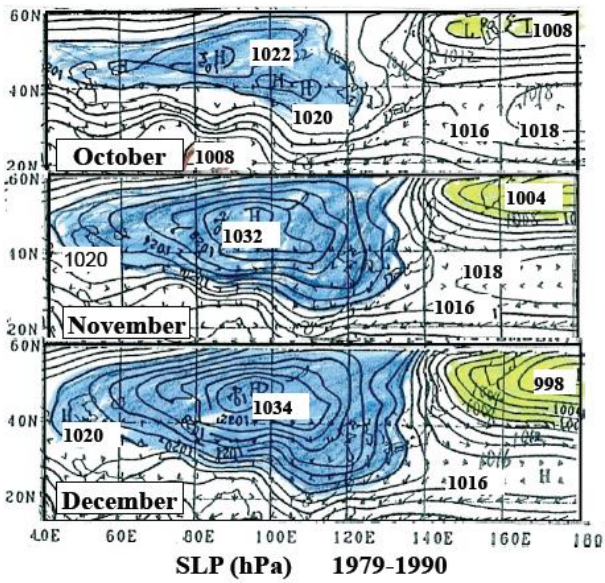
対象：岡山県立岡山一宮高等学校 2 年生
（2 クラスで計 80 名程度）（地理の授業の一環）
授業者：加藤内藏進(T1)，森泰三(T2)
テーマ：季節進行の非対称性を通してみる日本の広域気候環境―「秋から冬」と「冬から春」の進行の違いに注目して―
主な学習活動：
※倉敷青陵高校での学習活動③を中心に再構築した。
①日本の季節サイクルと冬の気象・気候を復習する。
②冬を挟む卓越天気パターンの季節経過と旬平均気温の季節経過の違いを検討する（気温の季節経過のグラフを手作業で描く活動も含む)。
③日射の違いも併せて，初冬と早春との気候の違いを考察する（初冬の時雨と早春の淡雪や若草との対比等，和歌で表現された季節感の違いにも言及)。
④シベリア気団やシベリア高気圧等の成長・拡大の季節的タイミングを把握し，日本の冬を挟む季節進行とも比較する（グラフ作成の作業も)。
⑤まとめ。

2.4 岡山一宮高等学校での学習活動の補足

岡山一宮高等学校では，地理の気候の授業の一環として，気候図から情報を読み取りながら現象を把握するための活動のための工夫も行なった。

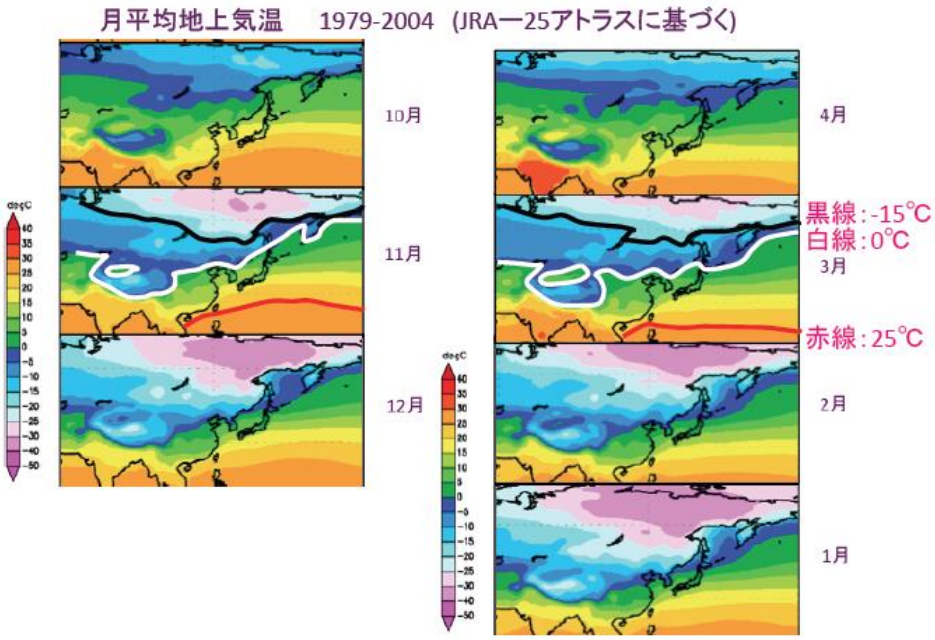
学習活動②，③：
平均気温の季節経過のグラフを描く活動も含めて，倉敷青陵高等学校とほぼ同様に行なった。但し，岡山一宮高等学校では，第 2 図上段のグラフを提示する前に，加藤・佐藤他（2011）による授業実践等で行なったような新潟と東京における天気表の色塗り作業を行なった図から，冬型の天気パターンが卓越する時期をアナログ的に鳥瞰させた（雨または雪を赤で，晴または快晴を黄色で塗られた表を提示)。このことにより，第 2 図上段が提示する事実のより的確な把握を促した。
また，学習活動③で取り上げた和歌は，倉敷青陵高等学校での授業と同一の作品である。

学習活動④：
加藤・加藤・別役（2009）もレビューしているように，更にアジアモンスーンシステムは，大きく見れば，①南アジア域，②ユーラシア大陸の中高緯度域，③熱帯西太平洋域，④北西太平洋域北部，の各サブシステムに分けられ，それらのサブシステム間の季節サイクルのタイミングのずれは大きい。特に，②は，③に比べて季節進行が 2～3 月先行する。6～8 月頃のオホーツク海高気圧形成にも関係したユーラシア大陸高緯度域と周辺海域との気温のコントラストの形成や，I 章でも述べた 9 月～10 月頃の台風活動，及び，梅雨前線と秋雨前線との特徴の違い等も，その背景を反映した例と言えよう（加藤 1995a,b；中村・深町 2005；Nakamura and Fukamachi 2004; Murakami and Matsumoto 1994；加藤他 2004)。
一方，日本列島付近での冬を挟む季節の非対称的な進行も，上述の②と③との季節進行のタイミングのずれに関係が深いものと考えられる（加藤(内)他 2013)。
そこで，岡山一宮高等学校における学習活動④では，気象庁から公開されている気候図の値を読み取ってシベリア気団やシベリア高気圧の季節進行の実態を把握し，日本列島付近の季節進行の位置づけを考える活動のためのワークシートを作成した（但し，シベリア高気圧の季節推移については，時間の関係で作業を割愛して，結果の図を用いて説明を行なった)。

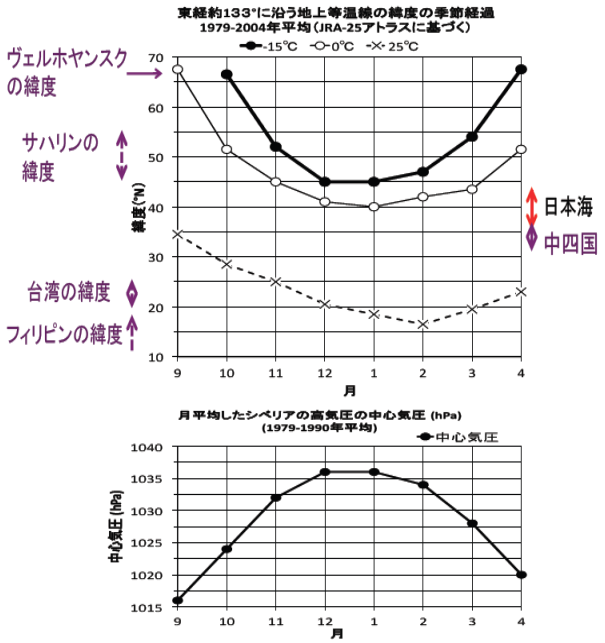


第 5 図 学習活動④で使用した 1979～1990 年平均の月平均海面気圧分布図の例（hPa)。気象庁（1991）による図を改変して教材化した。本稿では，加藤・佐藤他（2011）の研究授業で使用した 10 月～12 月を例示した。

第 5 図は，シベリア高気圧の強さや「勢力範囲」（目安として 1020hPa 以上の領域を青で塗った）の季節経過の把握のために使用した，月平均海面気圧の分布図の例である。授業では，9 月～4 月の図を利用した。



第 6 図　気候学的な月平均地上気温分布の季節経過（1979-2004）（℃）。気象庁 HP に掲載された JRA-25 アトラスの月別の図から切り取って 10〜4 月について並べたもの。授業で注目させる 0℃，-15℃，25℃の等値線を，それぞれ，白，黒，赤の線でなぞった。加藤(内)他（2013）より再掲。なお，教材としては，図から数値を読み取りやすいように，それぞれの図に，30°N，60°N の緯線，及び，133°E の経線を赤紫色で記入したものを配布した。



第 7 図　133°E に沿う-15℃（太い実線），0℃（細い実線），25℃（破線）の等温線の緯度（°N。上段），及び，月平均図でみるシベリア高気圧の中心気圧（hPa，下段）の季節経過。教材としては，これらの図のグラフエリアのみを印刷したシートを配布した。詳細は本文を参照。

また，第 6 図は，授業で使用した地上の月平均気温分布図で，気象庁 HP に掲載の気候図（1979〜2004 年平均，JRA-25 アトラス）から切り取り，10 月〜4 月について並べたものである（加藤(内)他（2013）より再掲）。

シベリア高気圧の「強さ」（ここでは月平均でみた中心気圧）と「勢力範囲」（ここでは 1020hPa 以上の領域）の季節経過を分布図から眺めるとともに，その中心気圧を図から読み取って季節経過のグラフを描く作業を準備した。一方，シベリア気団の季節的成長や南方への侵入と，西太平洋低緯度域の高温な気団の後退とのタイミングのずれを把握するために，シベリア気団中核部の広がりの目安として-15℃の等温線，その日本付近への侵入状況の目安として 0℃の等温線，西太平洋域の高温な気団の北縁の目安として 25℃の等温線に注目し，西日本を通る 133°E におけるそれぞれの等温線の緯度を第 6 図から読み取って，季節経過のグラフを描いた。そして，これら 2 つの作業の結果を同時に眺めることにより，考察を行った（加藤内藏進が作業を行なった結果を第 7 図に示す）。

第 7 図からも示唆されるように，11 月頃には，シベリア気団に対応する低温域やシベリア高気圧がかなり成長しており（−15℃の等温線が急速に南下），月平均場でも冬型の気圧配置の特徴が認められる。また，

133°E において-15℃の等温線が最も南下しているのは 12 月～1 月で，月平均場で見たシベリア高気圧の中心気圧もその時期に最も高い。

一方，日本列島南方の高温の気団の季節的南下は遅く，25℃の等温線は 2 月頃まで南下が続く。例えば，11 月頃の 25℃の等温線は，3 月頃に比べてまだ 600km 程度（緯度にして約 6°）北方にある。なお，シベリアでは，3 月の 0℃の等温線は真冬の 1 月に比べて緯度にして数°（数 100km）しか北上していないが，-15℃の等温線は，約 10°（約 1000km）北上している点も興味深い。つまり，第 7 図のように情報を集約する活動を通して，初冬の冬型の方が，早春よりも，「シベリアの顕著な寒気団と本州南方の暖気団とのシャープな対峙」を反映しているというイメージを捉えることが出来る。

以上の 2.1～2.4 で述べた学習活動の様子の一部を，第 8 図に例示する。

第 8 図　学習活動の様子から。

III. 倉敷青陵高等学校での授業の分析

3.1　愛唱歌を介して季節感を意識する活動

歌われている歌詞を主な手掛かりとして，10 曲の歌を，それぞれ「秋から冬へ」と「冬から春へ」と，季節の進行順に並べる活動では，当初は言葉に表されている季節の事象をざっくりと捉えるにとどまる傾向がみられた。しかし，自分が注目したことをもとに，同じような時期を歌ったと推測される曲について，比較して考えていくうちに，最初に思いついた並び順を変えたり，迷ったりする学生がみられた。

歌われている内容が，情景描写なのかあるいはむしろ心情表現といえるものなのか，また，順番を考えるにあたってそのどちらに重きを置くのか，といった点で，生徒の捉え方に相違がみられたことも興味深い。例えば，《冬の星座》に歌われている澄み切った星空の情景から感じられる寒さに注目する捉え方と，《たき火》の歌詞「（たき火に）あたろうか，あたろうよ」に出てくる，たき火のあたりたくなるような寒さの中での子どもの気持ちに注目する捉え方である。また，情景描写についても，風であるならば，どのような方向からどのような風が吹いているのか，寒さは，どの程度の寒さなのか，肌寒いのか，凍てつく程に寒いのか，等，自分が注目した事象についてより深く推し量ることができたといえる回答が複数あった。生徒は，これまでの自分の経験に加え今回の活動で得た知識をもとに考察を進めることができたといえる。

このようなことから，生徒は，歌の歌詞を介して季節の事象を身近なものとして捉え，自分の季節感をあらためて意識することができたのではないだろうか。今回の体験は，風土や文化についても考えるきっかけに繋がったのではないかといえる。ただし，それをもとに実際にどのように歌うのか，歌唱表現については本実践では活動を行っていない。今後，自分たちはどのように歌うのか，というところからの実践も行っていくならば，今回のような活動の内容がより深まり，知識としての定着にも寄与するのではないかと考える。生徒が，10 曲をどのような順序で並べたのかについて，集計の一例を第 3 表に示す。

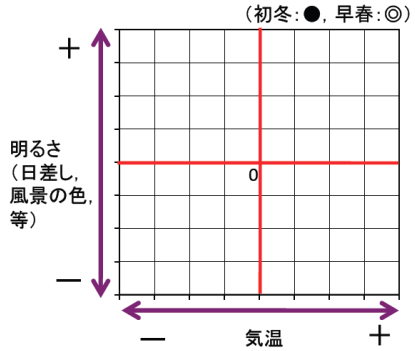
第 3 表　気象・気候に関する解説後に生徒がイメージした，愛唱歌の季節進行の中での順番。各愛唱歌について，「秋から冬へ」，「冬から秋へ」の進行の中で，それぞれ何番目と考える生徒が何人いたか，という人数を示す。また，それぞれの歌の順位の平均も示した。なお，気象・気候に関する解説前に生徒がイメージした平均順位からの差（解説後の変化）についても最右列に提示した。

		季節進行の順番の何番目に並べたかの人数（気象・気候の解説後）						解説前の平均との差
季節進行	曲名	1	2	3	4	5	順位の平均	
秋から冬	紅葉	18	7	0	3	0	1.6	0.0
	里の秋	4	17	7	0	0	2.1	0.1
	野菊	6	2	17	3	0	2.6	-0.1
	冬の星座	0	0	1	7	20	4.7	0.1
	たきび	0	2	3	15	8	4.0	0.0
冬から春	早春賦	25	2	1	0	0	1.1	-0.1
	どこかで春が	1	24	2	1	0	2.1	0.1
	春の小川	0	0	11	8	9	3.9	0.2
	花	0	1	7	9	11	4.1	0.0
	朧月夜	2	1	7	10	8	3.8	0.0
	（28人中の人数）							

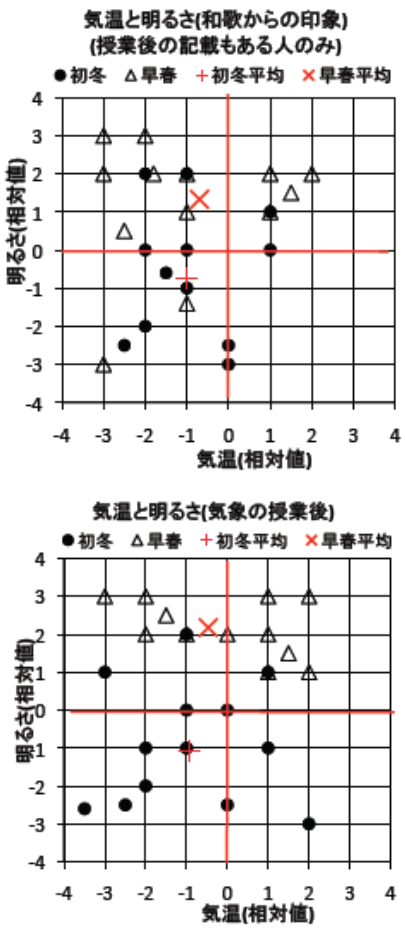
3.2　気候の学習に関連した成果や問題点

アジアモンスーン・サブシステム間の季節進行のタイミングのずれに伴う日本の初冬と早春の気候や季節感の違いについて，授業内容の復習用ワークシートへの生徒たちの記載内容を分析した。但し，記入時間の制約のため，ほぼ全員の記載がある項目を中心に分析した。

3.2.1　倉敷青陵高等学校



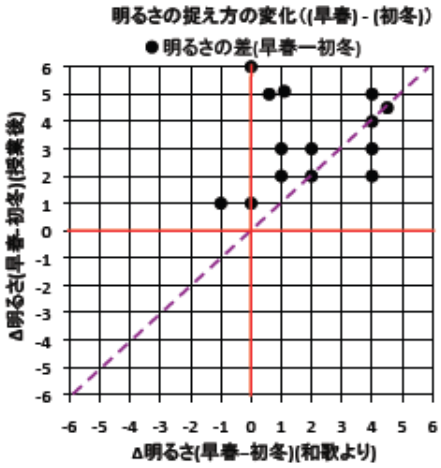
第 9 図　気温や明るさのイメージについて，初冬（●）と早春（◎）とを比較してプロットしてもらったシート。座標の縦軸，横軸のスケールは任意とした。



第 10 図　生徒がイメージした初冬（●）と早春（△）における気温と明るさの比較。和歌の学習直後（気候の学習前）と授業後（気候の学習後）の双方とも記載のあった，全ての生徒のプロットを重ねた。上段が気候の学習前，下段が気候の学習後に対応する。このグラフでは，早春は◎でなく△に変更して集計してある。

気温や明るさ（日差しの強さ）が，初冬と早春でどのように違うのかについての生徒のイメージを，学習活動①の和歌の鑑賞直後，及び，授業終了後（気候の学習後）に，第 9 図に示す座標平面内にそれぞれプロットしてもらった。第 10 図は，初冬と早春における気温と明るさの特徴について，和歌の鑑賞直後と授業終了後の生徒のプロットを，それぞれ全て重ねた散布図である。但し，和歌の鑑賞直後と授業後の双方とも記述のある生徒の分についてのみ集計した。

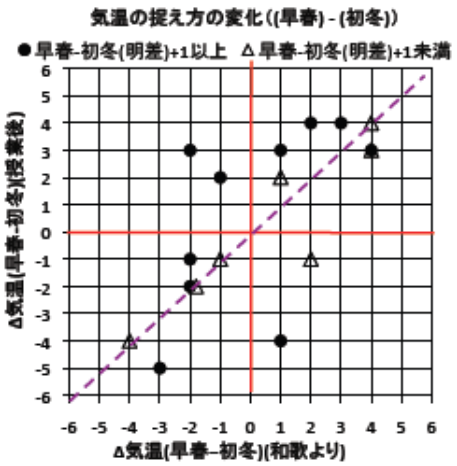
日本列島付近での気候学的な平均値に関しては，初冬は第 4 象限に（気温は高いが暗い），早春は第 2 象限（気温は低いが明るい）に対応する筈である。気候の学習前でも（上段），早春に関しては第 2 象限にプロットした生徒が少なからずいたものの，初冬に関しては，気候の学習前には早春よりも暗くて気温も低いというイメージを抱く生徒が多かった（黒丸が第 3 象限に多数）。一方，気候の学習後に，初冬に関して第 4 象限にプロットした生徒も 2 名いたが，全体としては気候の学習前と大きな改善が見られなかった。逆に気候の学習後に，早春は明るくてかつ気温も高い（第 1 象限）と考える生徒が増えてしまった点も注目される。



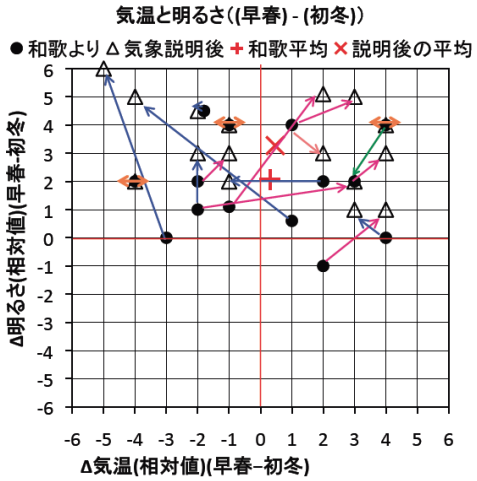
第 11 図　明るさの「早春から初冬を引いた差」について，気候の学習の前後での認識の関係を，それぞれ横軸，縦軸にした散布図。紫の破線は，原点を通る傾き 1 の直線。

そこで，そのような認識の変化に関連した考察のために，個々の生徒がプロットした「早春での値から初冬での値を引いた差」に基づく検討も行った。第 11 図は，明るさの「早春から初冬を引いた差」について，気候の学習の前後での認識をそれぞれ横軸，縦軸にした散布図である。第 12 図は気温に関する同様な図を示す。但し，早春から初冬を引いた明るさの差について，気候の学習後の方が学習前に比べてグラフの 1 目盛分以上明るく認識するようになった生徒と，そうでない生徒でマーカーの種類を変えて表示した。

明るさに関しては，気候の学習前でも早春が明るいという認識が強かったが，紫の破線よりも上方に位置する点が多いことから，気候の学習後には，学習前に比べて，早春の明るさがより強く認識されるようになったことが分かる。



第 12 図　気温の「早春から初冬を引いた差」についての第 11 図と同様な図。但し，早春から初冬を引いた明るさの差について，気候の学習後の方が学習前に比べてグラフの 1 目盛分以上明るく認識するようになった生徒を●で，そうでない生徒△で表示した。



第 13 図　「早春から初冬を引いた差」としての気温と明るさについての散布図。気候の学習前を●，学習後を△で示す。個々の生徒についての気候の学習前と学習後の変化を，矢印で示した。青い矢印は全体としてより正しい認識への変化，緑は明るさのみ誤った認識への変化，赤は気温のみ誤った認識への変化を示す。また，オレンジ色の両矢印は，授業前後での変化がなかった生徒を示す。なお，平均気温等で見る限り，この図の第 2 象限（早春が気温は低いが明るい）が正しい認識にあたる。

一方，第 12 図から分かるように，気候の学習前後とも「早春の方が初冬よりも気温が低い」という正しい認識の生徒や（第 3 象限，第 4 象限），気候の学習後に「早春の方が気温は低い」という正しい認識に変化した生徒（第 4 象限）も少なからずいたが，逆に，気候の学習後に「早春が初冬よりもよりも暖かい」という誤った認識（平均気温で見る限り）に変化した生徒も少なくなかった（第 1 象限や第 3 象限の，紫の破線よりも上方）。興味深いことに，これらの生徒は，授業後に「初冬に比べて早春の方が明るい」ことをより強く認識した生徒であった（第 12 図の黒丸）。

第 13 図は，「早春から初冬を引いた差」としての気温と明るさについての散布図である。気候の学習前を●，学習後を△で示す。また，個々の生徒についての気候の学習前と学習後の変化を，色つきの矢印で示した。青い矢印で示されるような，より正しい認識への変化を示す生徒もそれなりにいた点は，本授業の成果として評価出来る。しかし，赤い矢印で示されるように，気候の学習の後で早春の日射の強さに関する認識は高まったものの，それに連動して気温も早春の方が高いと誤認識する生徒も，青の矢印で示した生徒と同数程度もいた点は注目される。

加藤他（2014）や加藤他（2015）は，初冬と早春の暖かさの感覚と平均気温との間の齟齬が生じる要因に関して，日々の大きな気温変動の中のどのタイミングを（高温時なのか低温時なのか，あるいは期間平均気温なのか，等）人が選択的に感じうるかにも注目する必要を指摘している。しかし，季節平均値だけに注目しても，日射が気温を上昇させる重要な因子の一つであることを小学校第 4 年次の理科で学習済みであること，日射の吸収により表面温度が上昇することで，体が日射を受けると暖かく感じることも日常体験していること等から，確かに日射が強い早春の方が暖かいと感じることはありうるのかも知れない。更に，シベリア気団の中核部の中でもとりわけ気温の低い領域（例えば，第 6 図の-25℃以下の領域）の南縁は 3 月の方が 11 月よりも若干北へ後退している点にも，授業で触れた。このため，シベリアと日本付近いずれの季節変化なのかという事実関係の把握に関する混乱があると，それも上述の誤認識をもたらす原因の一つになった可能性が否定出来ない。

以上のように，生徒たちは，初冬と早春の日射の違い（早春が晴天時の日射はかなり強い）は，気候・気象の学習後により強く実感出来たようである。しかし，初冬には早春に比べて，「冬型の卓越と日本海側の『時雨』，及び，晴天時の日射も弱い」ということから，気候の学習後でも，平均気温自体，3 月頃の方が高いという認識のままの生徒が少なくなかったという問題が残った。

但し，生徒たちにとって，文系・理系の内容の話を

繋げて触れるのは初めてに近い体験であり，種々のセンセーショナルな感想も，ワークシートの自由記述の中に数多く見られた。また，例えば「気象と季節の歌を関連しているところがおもしろかったです。春は春，冬は冬だけで，季節をとらえるのではなく，秋から冬，冬から春というように季節の移り変わりでの新しい視点から季節の進行の違いを考えることができ，歌の季節を考えるにしてもそういった視点から，情景をとらえることができるようになりました。」（改行以外，テニオハ等が適切でない表現も含めて，生徒の記述通りに転載）のように，季節を捉える視点として，単に春夏秋冬に留まらず，「変化する季節」への視点を持つきっかけとなった生徒が複数人いたことも付記したい。

3.2.2　岡山一宮高等学校

3.2.1 で述べた問題点の一部を解決するために，岡山一宮高等学校における実践では，日本付近の季節進行とアジアモンスーン・サブシステムの季節進行との関わり方をデータから具体的に把握するための学習活動を検討した。シベリア北東部，日本列島付近，本州南方海域の 3 つの領域の地理的位置関係を十分に意識した上で，領域毎の季節進行のずれを意識できるように，学習活動④で述べた手作業を追加した。

生徒によるワークシートへの記入の時間が十分取れなかったので，個別の内容の理解度に関する分析は行なっていないが，この授業で深く印象に残ったこと等についての自由記述として，次のようなものがあった。なお，括弧内は，類似した趣旨の記述を行なった人数で，本稿の著者らで類似性を判断した。また，1 人が複数の内容を記述した場合，項目毎にカウントした。受講者総数は，授業の概要で述べたように約 80 人である。

・六季として捉えられる日本の気候（11 人）
・冬型の天気パターン卓越期間の真ん中よりも後に（1 ヶ月ほど遅れて），日本付近での平均気温は最低になる（8 人）
※これに関連して，11 月よりも 3 月の方が寒く感じていた理由が分かったとの記述もあり。
・天気表の色塗りが分かりやすかった（6 人）
・グラフにすることにより現象を分かりやすく捉えることができるという実感（15 人）
・シベリア気団の成長の実態を把握する機会になった（南側の気団も挙げた生徒を含み，2 人）
・季節進行のずれへの視点（5 人）
・季節の進行を細かく見る面白さ（1 人）

自由記述なので，約 80 人程度の受講者に占める各項目を挙げた人数の割合は多くはないが，冬型の天気パターンの卓越期間と日本付近の平均気温が極小になる時期との対応関係や，領域・気候要素間にみる季節進行のタイミングのずれに関する意識が，具体的に喚起出来たものと考えられる。このことにより，倉敷青陵高等学校での授業で生じていた初冬と早春の平均気温に関する誤解をある程度減じることが出来たと考えられ，本実践の成果と考えられる。但し，日本付近の季節進行と広域的な場との関連に関する具体的な自由記述は多くなかったことから，まだ，異なる空間スケールのシステムからなるマルチスケールでの現象の実体的把握には十分至ってない可能性が示唆され，更なる検討が必要と考える。また，このようなマルチスケール的な把握が出来た場合に，更に学際的にどのような学習の深まりが可能かについても，検討を続ける意義は大きいと考える。

3.3　気候と音楽の行き来を通した学びの発展

今回の倉敷青陵高等学校における実践では，愛唱歌の歌詞に注目して，歌われている事象やそこに感じられる心情，イメージをもとに，季節進行や季節感について捉えた。この活動は，生徒たちがこれまで経験してきた音楽の学習とは違った体験であり，音楽の生成を意識する機会にもなったといえる。伝えたいこと，印象に残ったことが詩や音楽のもとにあり，作者は曲で何を伝えようとしたのか，についても各々のレベルで思いを馳せることができたのではないだろうか。

この次のステップとして，実際に歌ってみて，詩にどのような音が付されているのか，自分たちならばどのように歌うか，という表現に踏み込んで歌をみるならば，また違った角度からの気づきが生じると期待されよう。その上で，再び気候についてみてみるならば，データとして表されているものを自分たちの感覚の中で実感のあるものとして捉えていくという道筋が見えてくるのではないだろうか。

このような気候の音楽との行き来を通して，螺旋状に学習が深まっていくことで，生徒の学びに対する興味を高める上でのきっかけを得ることができるのではないかと考える。また，教材については，愛唱歌だけでなく，時代や地域が異なる様々な音楽を取り上げて活用していくことで，活動内容も膨らませていくことができると考える。更に，加藤他（2017）がドイツの「冬の追い出し」をテーマとした大学での実践のように，「日々の気象・天候の変動の振れ幅にも注目した視点を，気候との行き来の中で，高校・中学レベルでも，どのように取り込むことで活動を深められるか」という点も今後の興味深い検討課題の一つと考える。

IV. まとめ

本研究では，「冬を挟む日本付近の季節進行の非対称性を一つの切り口として，日本付近の季節サイクルと季節感への考察の視点を深める」ための高等学校での学際的授業を開発し，授業実践結果の分析を行った。

学習活動では，日本の初冬と早春の気候の比較や広域場の季節進行との関係，及び，愛唱歌や和歌に表現された初冬と早春の季節感の比較等を行った。

なお，本授業で，ESD 的視点の涵養も狙って，敢えて，「多元的な視点でみて初めて面白い切り口」を教材に取り上げた（必ずしも単純とは言えない現象を敢えて取り上げた）。また，季節を歌った愛唱歌や和歌などを提示したのは，感覚的に捉える季節から，サイエンスとしての自然も意識する方向の視点の喚起も狙ったからである。

授業実践は，岡山県立倉敷青陵高等学校，及び，岡山県立岡山一宮高等学校にて行った。倉敷青陵高等学校における学習活動では，複数の唱歌の内容から詳細な季節の進行をイメージするとともに，気候データのグラフを描く活動も行なった。岡山一宮高等学校では，音楽とのジョイントは行わなかったが，日本列島を挟んでシベリア域と西太平洋域との季節進行のタイミングの違いをデータから把握する活動も追加した。

倉敷青陵高等学校での実践において，生徒たちにとって文系・理系の内容の話を繋げて触れるのは初めてに近い体験であり，種々のセンセーショナルな感想も，ワークシートの自由記述の中に数多く見られた。また，一部の生徒ではあるが，単に春夏秋冬だけでなく，「変化する季節」への視点をも喚起出来た点は成果の一つと考えられる。また，「寒さ」や「暖かさ」，「風」などと言ってもそれらの「程度や特徴の違い」がどのくらいなのかについて，冬を挟む季節の移り変わりの中で種々の愛唱歌から微妙な違いを感じ分けようとすることにより，季節サイクルの中での多彩さやその中での音楽の生成を意識する機会になったのではと考える。

一方，気候に関して，初冬と早春との日射の違いに関しては（早春が晴天時の日射はかなり強い），気候の学習後の方がより強く実感出来たようである。しかし，初冬には早春に比べて，「冬型の卓越と日本海側の『時雨』，及び，晴天時の日射も弱い」ということから，気候の学習後も，「平均気温自体は 3 月頃が高い」という認識が改まらない生徒も少なくなかったという問題が残った。

岡山一宮高校での授業では，倉敷青陵高等学校での上述の問題点への対応のため，日本付近の季節進行とアジアモンスーン・サブシステムの季節進行との関わり方をデータから具体的に把握する学習活動も試行した。このことにより，初冬と早春の平均気温に関する誤解をある程度減じることが出来たと考えられる。但し，日本付近の季節進行と広域的な場との関連に関して，現象の実体的把握には十分至ってない可能性が示唆され，更なる検討が必要と考える。

以上のように，本実践で行なったような気候と音楽との行き来を通して螺旋状に学習が深まっていくことで，生徒の学びに対する興味を高める上でのきっかけを得ることができるのではないかと考える。また，教材については，愛唱歌だけでなく，時代や地域が異なる様々な音楽を取り上げて活用していくことで，活動内容も膨らませていくことができると考える。更に，「気候系や季節の中の日々の気象・天候変動の振れ幅にも注目する視点を，どのように取り込めば，高校・中学でも気候と音楽との行き来を通した活動を更に深めていけるのか」という検討も，今後の興味深い課題の一つと考える。

また，本実践で行なった内容は，ESD 的視点の涵養も狙ったものである。しかし，活動の結果としての ESD 的視点の高まりについて，カリキュラム評価や教育プログラム評価に用いられてきたスタッフルビームの CIPP 評価モデル（Context, Input, Process, and Product Evaluation Model）（Stufflebeam 2003）に基づき，Zhang et al. (2011)も参考にしながら具体的に評価することも，今後の課題としたい。

謝辞

本研究における研究授業の実施に当たり，岡山県立倉敷青陵高等学校，及び，岡山県立岡山一宮高等学校の先生方や受講された高校生の皆様，及び，岡山大学大学院教育学研究科の加藤内藏進研究室の院生・学部生の皆様には，研究授業の企画・実施や授業の記録等，多々ご協力頂きました。深謝の意を表します。

本研究は，科研費（挑戦的萌芽研究）「東アジア気候環境の成り立ちと多彩な季節感を軸とする ESD 学習プラン開発の学際研究」（平成 23～25 年度，代表者：加藤内藏進，課題番号：23650510）の補助を受けて実施された研究授業の構想や結果をもとに，科研費（基盤研究(C)）「歌の生成や表現と自然環境との関わりからみる文化理解のための学際的学習の指導法開発」（H26～28 年度，代表者：加藤晴子，課題番号：26381234），基盤研究(C)）「文化理解の新たな眼を育むための指導法開発：音楽の生成と気候の関りの学際的視点から」（H29～31 年度，代表者：加藤晴子，課題番号：17K04817），及び，科研費（基盤研究（B））「ESD グローバルアクションプログラムに対応した理科の教育課程開発の日独共同研究」（H29～32 年度，代表者：藤井浩樹，課題番号：17H02700）の補助により，更に検討を進めて取り纏めたものである。

引用文献

加藤晴子・加藤内藏進，2005：ドイツにおける春の気候的位置づけと古典派，ロマン派歌曲にみられる春の表現について-教科をこえた学習に向けて-。岡山大学教育実践総合センター紀要，5，43-56。

加藤晴子・加藤内藏進，2006：日本の春の季節進行と童謡・唱歌，芸術歌曲にみられる春の表現—気象と音楽の総合的な学習の開発に向けて—。岡山大学教育実践総合センター紀要，6，39-54。

加藤晴子・加藤内藏進，2011：春を歌ったドイツ民謡に見る人々の季節感–詩とその背景にある気候との関わりの視点から–。岐阜聖徳学園大学紀要，50，77-92。

加藤晴子・加藤内藏進，2014a：『気候と音楽—日本やドイツの春と歌—』。協同出版，全 168 頁。

加藤晴子・加藤内藏進，2014b：多彩な気候環境と音楽表現に関する大学での学際的授業の取り組み ー「雨」の多様性を例にー。岐阜聖徳学園大学紀要，53，55-67。

加藤晴子・逸見学伸・加藤内藏進，2006：気候と連携させた歌唱表現学習ー小学校での実践をもとにー。音楽表現学，4，107-118。

加藤晴子・加藤内藏進・藤本義博，2013：音楽表現と背景にある気候との関わりの視点から深める音楽と理科の連携による学習の試みー《朧月夜》に表現された春の気象と季節感に注目した授業実践例をもとにー。岐阜聖徳学園大学紀要，52，69-86。

加藤内藏進，1995a：ヤマセに関連するオホーツク海高気圧の総観的特徴。気象研究ノート第 183 号「ヤマセ」（川村宏　編），67-90。

加藤内藏進，1995b：大規模及び中小規模現象。気象研究ノート第 184 号「乾燥地の自然環境」，13-46。

加藤内藏進・赤木里香子・加藤晴子・垰和優一，2014：冬を挟む日本の季節進行の非対称性と季節感に関する学際的授業（音楽や美術と連携した表現活動を通して）。環境制御，36，9-19。

加藤内藏進・赤木里香子・加藤晴子・大谷和男・西村奈那子・光畑俊輝・森塚望・佐藤紗里，2012：多彩な季節感を育む日本の気候環境に関する大学での学際的授業（暖候期の降水の季節変化に注目して）。環境制御，34，25-35。

Kato, K. and T. Asai, 1983: Seasonal variations of heat budgets in both the atmosphere and the sea in the Japan Sea area. J. Meteor. Soc. Japan, 61, 222-238.

加藤内藏進・福田維子・平沢尚彦・東苓・武田喬男・松本淳，2004：東アジアの季節進行の中で見た梅雨と秋雨について。月刊海洋（号外），No. 38「流体力学から見た大気と海洋–木村龍治教授退官記念論文集–」，235-242。

加藤内藏進・加藤晴子・赤木里香子，2011：日本の気候系を軸とする教育学部生への教科横断的授業について（「くらしと環境」における多彩な季節感を接点とした取り組み）。岡山大学教師教育開発センター紀要，1，9-27。

加藤内藏進・加藤晴子・赤木里香子・稲田佳彦，2015：音と色との関わりを意識した季節感の比較表現に関する学際的授業（冬を挟む日本の季節進行の非対称性に注目して）。環境制御，37，16-26。

加藤内藏進・加藤晴子・別役昭夫，2009：東アジア気候環境とその変調を捉える視点の育成へ向けた学際的授業開発の取り組み（多彩な季節感を接点に）。環境制御，31，9-20。

加藤内藏進・加藤晴子・逸見学伸，2009：日本の春の季節進行と季節感を切り口とする気象と音楽との連携（小学校での授業実践）。天気，56，203-216。

加藤内藏進・加藤晴子・大谷和男・濱木達也・垰和優一，2017：冬の気候と季節感の違いに注目した大学での学際的授業の開発（ドイツと日本列島付近とを比較して）。岡山大学教師教育開発センター紀要，7，157-166。

加藤内藏進・加藤晴子・佐藤紗里・山田悠海・赤木里香子・大谷和男，2013：冬を挟む日本の季節進行の非対称性（気候環境と季節感を軸とする学際的授業開発の視点から）。環境制御，35，23-30。

加藤内藏進・三好正直・瀧川優実・加藤晴子・佐藤紗里・垰和優一・大谷和男，2015：『多彩な季節サイクルの中での日々の気象』を捉えるリテラシー育成に向けて。『生きる力を育む学校防災III』（学校防災研究プロジェクトチーム　編著(代表：村田　守)，全 296 頁），協同出版，164-185。

加藤内藏進・佐藤紗里・加藤晴子・赤木里香子・末石範子・森泰三・入江泉，2011：多彩な季節感を育む日本の気候環境に関する学際的授業の取り組み（秋から冬への遷移期に注目して）。環境制御，33，20-34。

気象庁，1991：熱帯域（60N～60S）の循環場の新平年値。気象庁長期予報テクニカルノート No.35，気候系監視報告（A Special Volume），42-93。

松井　健・小川　肇編，1987：日本の風土。《カラーシリーズ・日本の自然》第 2 巻，平凡社，pp.110。

松本　淳，1993：雨と風。風景の中の自然地理（杉谷　隆，平井幸弘，松本　淳著），古今書院，117-132。

Murakami, T. and J. Matsumoto, 1994: Summer monsoon over the Asian continent and western North Pacific. J. Meteor. Soc. Japan, 72, 719-745.

Nakamura, H. and T. Fukamachi, 2004: Evolution and dynamics of summertime blocking over the Far East and the associated surface Okhotsk high. Quart. J. Roy. Meteor. Soc., 130, 1213-1233.

中村　尚・深町知宏，2005：オホーツク海高気圧の成因と予測への鍵。2004 年度春季大会シンポジウム「2003 年の日本の冷夏–異常気象をどこまで理解予測できるか–」の報告，天気，52，591-598。

日本ユネスコ国内委員会，2016：『ユネスコスクールと持続可能な開発のための教育（ESD）（今日よりいいアースへの学び）』。日本ユネスコ国内委員会（文部科学省内）（初版は 2008 年に作成。本稿は，2008 年の初版と 2016 年の改訂版双方を参照した），全 36 頁。

大和田道雄，1994: 伊勢湾岸の大気環境。名古屋大学出版会，pp. 219。

Stufflebeam, D. L., 2003: The CIPP model for evaluation. In T.Kellaghan, D.L. Stufflebeam & L.A. Wingate(Eds.), International handbookfor educational evaluation, Kluwer Academic Publishers, 31-62.

吉野正敏・甲斐啓子，1977：日本の季節区分と各季節の特徴。地理学評論，50，635-651。

Zhang, G., N. Zeller, R. Griffith, D. Metcalf, J. Williams, C. Shea, and K. Misulis, 2011: Using the Context, Input, Process, and Product Evaluation Model (CIPP) as a comprehensive framework to guide the planning, implementation, and assessment of service-learning programs, Journal of Higher Education Outreach and Engagement, 15(4), 57-84.

和歌や愛唱歌に関する資料

（和歌）
新編　国歌大観　第 1 巻（勅撰集編　歌集），1983，「新編国歌大観」編集委員会　編，角川書店，全 836 頁。
新古今和歌集，1995，峯村文人　校注・訳，日本古典文学全集 43，小学館，全 644 頁。
新古今和歌集，1992，田中裕・赤瀬信吾　校注，日本古典文学大系 11，岩波書店，全 612 頁。
新訂　新古今和歌集，1929，佐佐木信綱校訂，岩波文庫，全 355 頁（本研究では，第 90 刷(2009)を参照）。
高橋睦郎，2008：時雨。『花をひろう』，朝日新聞 Be（2008 年 11 月 29 日付）。
（愛唱歌）
愛唱名歌（増訂版），2005，野ばら社。
愛唱歌，2009，野ばら社。
日本の童謡 200 選，1985，日本童謡協会，音楽之友社。

岡山大学地球科学研究報告　投稿規定（約款）

1.　投稿手続および執筆要領

1.1　本研究報告の内容は地球科学および関連分野の学術論文とする．
1.2　著者は岡山大学地球科学関係者およびその紹介者とする．
1.3　投稿原稿の形式は A4 版 2 段組とする．ただし，アブストラクトは 1 段組とし，キーワードを付ける．図表およびその他の資料は必要に応じて 1 段組または 2 段組のどちらを選択してもよい．著者の責任で最終的な写植原稿にまで完成させるものとする．
1.4　使用言語は原則として日本語あるいは英語とする．ただし，アブストラクトは英話とする．
1.5　原稿の長さは著者に一任する．著者は原稿の長さに応じた印刷費用を負担するものとする．
1.6　投稿原稿は毎年 12 月 31 日までに岡山大学地球科学研究報告編集委員会まで提出するものとする．
1.7　編集委員会は提出された原稿について掲載に値するかを検討し受理するものとする．

2.　著作権

2.1　本誌に掲載された論文の著作権は原則として編集委員会に帰属する．
2.2　本誌に掲載された，または掲載予定の論文の一部または全部を他の著作物に転載するときは編集委員会の承認を得なければならない．ただし，自らの著作物を自ら他の著作物に掲載する場合はこの限りではない．この場合転載された著作物が本誌に掲載されたものであることを明記しなければならない．

3.　上記の条文に該当しない事態については編集委員会の判断によるものとする．

岡山大学地球科学研究報告

第 24 巻第 1 号*　2017 年　（年 1 回発行）

平成 29 年 12 月 27 日　発行

発行人　岡山大学地球科学研究報告編集委員会
鈴木　茂之
e-mail: zysuzuk@cc.okayama-u.ac.jp

発行所　岡山大学理学部地球科学科
〒700-8530　岡山市北区津島中三丁目 1-1
TEL. 086 (251) 7891　FAX. 086 (251) 7895
http://earth.desc.okayama-u.ac.jp/

* 年 1 回発行を原則とする．同一年度の追加発行は第 2 号以下の番号を使用．

printed in Japan

岡　山　大　学

地 球 科 学 研 究 報 告

2017 年第 24 巻第 1 号

目　　次

岡山県吉備高原弥高山地域に分布する中新統礫岩から
変成鉄鉱石礫の発見
　　鈴木茂之・小網晴男・臼井まゆみ 1

日本の気候環境と愛唱歌などにみる季節感に関する
高校での学際的授業の開発
（冬を挟む日本の季節進行の非対称性に注目して）
　　加藤内藏進・加藤晴子・三宅昭二・森泰三 5

岡山大学理学部地球科学教室

〒700-8530　岡山市北区津島中三丁目 1-1