

令和 5 年 6 月 12 日現在

機関番号：62611

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2020

課題番号：16H02970

研究課題名(和文) 地域スケール及び周極全体スケールの相互比較から探る南極海動物プランクトン群集変動

研究課題名(英文) Zooplankton community changes in the Southern Ocean by analysis of regional and circumpolar scales using CPR data

研究代表者

高橋 邦夫 (Takahashi, Kunio)

国立極地研究所・先端研究推進系・准教授

研究者番号：50413919

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題は南極海における連続プランクトン採集器(CPR)の25年以上にわたる観測データを用いて、周極全体スケールおよび地域スケールで動物プランクトン群集変動を抽出した。今後の戦略的な生態系モニタリング観測のために必要とされる、群集変動の指標となる種として小型カイアシ類や翼足類の重要性を明らかにした。本課題の研究成果は南極研究科学委員会(SCAR)のSCAR Bulletinに南極海動物プランクトンの現状報告書として公表した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

南極海は地球規模で起こる温暖化現象の影響が最も鋭敏に現れる海域とされている。今後予測されている環境変動に対して、早期に警告を発することが出来る戦略的なモニタリング観測の重要性が指摘されるなか、本研究は群集変動の指標となる動物プランクトン種を提示し、現状報告書という形で世界に発信した。既に650ダウンロードを超え、将来予測モデルの構築や生息環境の変化に対する動物プランクトンの応答プロセス・メカニズムの解明に貢献することが期待できる。

研究成果の概要(英文)：This research project used Continuous Plankton Recorder (CPR) survey data over more than 25 years in the Southern Ocean to extract zooplankton community changes at circumpolar and regional scales. The analysis of this study clarified the importance of two small copepods and pteropods as indicators of community changes, which will be necessary for strategic ecosystem monitoring observations in the future. The results of this research were published in the SCAR Bulletin of the Scientific Committee for Antarctic Research (SCAR) as a report on the status and trends of Southern Ocean zooplankton based on the CPR survey. This report has already been downloaded more than 650 times, and is expected to contribute to the construction of future prediction models and the elucidation of the response processes and mechanisms of zooplankton to changes in the habitat environment.

研究分野：海洋生態学

キーワード：動物プランクトン 連続プランクトン採集器 生物海洋

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 地球温暖化による生息環境の変化に伴う生物の応答をいかにモニターしていくかは、近年の大きな課題の一つである。特に南極海は地球規模で起こる温暖化現象の影響がいち早く現われ、種々の自然現象の変化が最も鋭敏に現われる地域の一つとされている。研究開始当初、日豪を中心に従来の定常的な観測を継続するという受動的なモニタリング観測から大きく視点を変えて、環境変動に対して早期に警告を発することが出来る戦略的な生態系モニタリング観測の方向性が検討されていた。この出発点として、生態系変動の指標となる生物種の選定が急務の課題となっていた。

(2) 連続プランクトン採集器 (CPR : Continuous Plankton Recorder) は一回の曳航によって、およそ 900 km の水平距離に生息する動物プランクトンを連続的に採集することができるため、動物プランクトン群集の変動をモニターするには最も適した採集器である。南極海 CPR プロジェクトは南極海全体から同じ観測ツールで周極的にデータを蓄積している唯一のデータセットである。これまでの解析により動物プランクトン群集の変動には、周極全体スケールで起こる現象と、地域スケールで起こる現象が存在すること、特定種が反応する現象と、群集全体が影響を受ける現象が存在することが示唆されていた。

2. 研究の目的

(1) 南極海において連続プランクトン採集器 (CPR) を用いた継続的な観測を実施している 5 カ国の観測データを主要なデータセットとし、地域スケールおよび周極全体スケールで、動物プランクトン群集の中長期的および短期的な変化やトレンドを抽出することを目指す。

(2) 地域スケールと周極全体スケールの相互比較により、生息環境の変化に対する動物プランクトンの応答プロセス・メカニズムの解明に貢献すると共に、将来予測モデルの構築に必須とされる、南極海生態系変動の指標となる動物プランクトン種の選定を目指す。

(3) 上記の研究結果を含め、CPR 観測データを用いた南極海の動物プランクトンに関する現状報告書 (Status Report) を作成、公表して世界に発信することを目指す。

3. 研究の方法

(1) 南極海において周極全体スケールで標本採集を実施している CPR プロジェクトの中でも、特定海域で継続的に実施してきた日本、オーストラリア、ニュージーランドのサンプルを中心に、標本処理を実施した。標本処理を担当する研究協力者を雇用するとともに、外部のプランクトン分析業者に委託して進めた。

(2) 初年度である平成 28 年度、および 3 年目の平成 30 年度に標本処理技術者によるワークショップを開催し、分類技術の確認、および今後の共同解析について議論を行った。また平成 28 年度、30 年度、令和元年度に海外共同研究者を招いてデータ解析ワークショップを実施し、共同解析を進めるとともに、現状報告書 (Status Report) の執筆を進めた。

(3) 最終年度であった令和 2 年度からのコロナウイルス感染拡大に伴い、以降のワークショップの開催を断念し、オンラインベースでデータ解析、および成果公表を進めた。

4. 研究成果

(1) 周極スケールでの変動解析として、南極海の 2 つの地域間の動物プランクトンの現存量と平均カイアシ類群集サイズ (ACCS) を比較した。これまでに日本とオーストラリアによる CPR 観測の頻度が最も高かった東経 60 度から 160 度の東南極地域と、2006 年以来 CPR 観測が定期的に行われているニュージーランドとロス海の間で東経 160 度から西経 150 度のロス海地域である。亜南極域 (SAZ)、極前線域 (PFZ)、開放水面域 (POOZ)、季節氷水域 (SIZ) の 4 つの主要な海域を、東南極海域 (EA) とロス海海域 (RS) 内で比較した (図 1)。

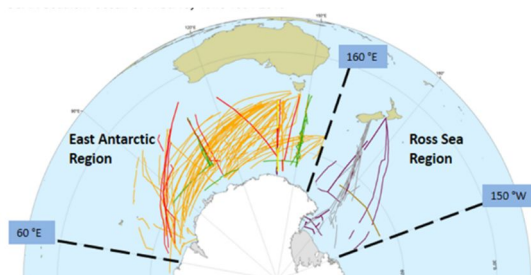


図 1. 本研究で比較解析を行った東経 60 度から 160 度の東南極海域 (East Antarctic Region) と東経 160 度から西経 150 度のロス海海域 (Ross Sea Region)。色のついたラインは日本、オーストラリア、ニュージーランドで CPR 観測を実施した位置を示す。

動物プランクトン現存量は5海里毎に計数されたCPRデータを立方メートルあたりに換算して用いた。EAにおける動物プランクトンの現存量はこの20年間で4つの海域全てで増加する傾向が検出された(図2)。2005年以降、PFZでは頭打ちになっていたが統計的には全て有意な増加であった。一方RSでは、12年間で全ての海域で有意な変動傾向はみられなかった(図2)。しかしながら、RSの動物プランクトン現存量はEAに比べて有意に高い値を示した。RSの現存量は年変動が大きく、SAZでは2008年から2009年、SIZでは2009年から2010年、他の海域では2010年から2011年にそれぞれ大きな現存量のピークが発生していた。この傾向はEAで観測された年変動が少ない変動パターンとは対照的であった。このRSにおける高い現存量の検出は衛星データからのクロロフィルa濃度、およびCPR試料に付着した植物プランクトン量が一貫して高かったことと一致しており、高い植物プランクトン濃度、つまり良好な餌環境が起因していると推察された。

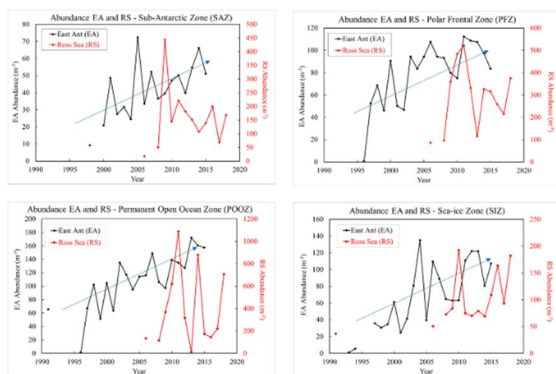


図2. 動物プランクトン現存量の変動解析。亜南極域(SAZ)、極前線域(PFZ)、開放水面域(POOZ)、季節海氷域(SIZ)の4つの海域において、東南極海域(EA)は黒、ロス海海域(RS)は赤で現存量の年平均を示す。年度は観測シーズンをあらわすため、2000年は1999/2000年シーズンとなる。東南極海域(EA)は全ての海域で統計的に有意な増加傾向がみられた(青の矢印で示す)。

ACCSはカイアシ類群集組成において大型種の優占度が増すとACCSは増加し、小型種が優占するとACCSは減少する指標であり、海域間のカイアシ類優占種のサイズ変化を比較する目的で解析に用いた。現存量と同様にEAでは4つの海域全てでACCSの増加傾向が検出された(図3)。ACCSの増加は群集内で優占種が大型種に移行したことを示唆している。この原因には小型種が減少している可能性があり、特に南大洋全域で広く分布している小型カイアシ類*Oithona similis*や*Ctenocalanus citer*の現存量の減少が影響している可能性が示唆された。一方でRSにおいてはEAで見られた増加傾向はみられなかった。RSはEAの下流域にあたるため、今後も継続的にデータを蓄積することで変動傾向の検出が期待できる(引用文献)。

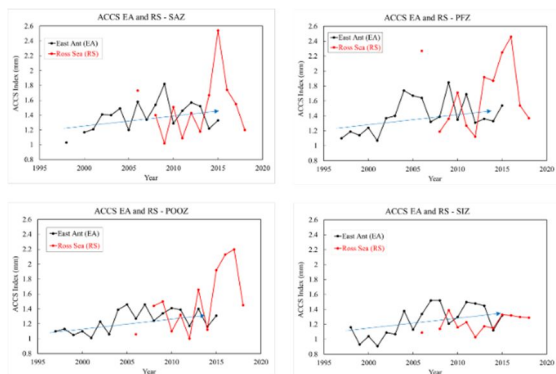


図3. 平均カイアシ類群集サイズ(ACCS)の変動解析。亜南極域(SAZ)、極前線域(PFZ)、開放水面域(POOZ)、季節海氷域(SIZ)の4つの海域において、東南極海域(EA)は黒、ロス海海域(RS)は赤で現存量の年平均を示す。年度は観測シーズンをあらわすため、2000年は1999/2000年シーズンとなる。東南極海域(EA)は全ての海域で統計的に有意な増加傾向がみられた(青の矢印で示す)。

(2)地域スケールでの変動解析として、日本南極地域観測隊(JARE)が定期的にモニタリング観測を実施してきた東経110度ライン、南緯45-60度の海域における動物プランクトンの群集解析を行った。2011/2012年シーズンと2014/15年シーズンに南半球の夏期に同モニタリングラインを3回曳航したCPRデータセットを用いた。

2シーズンで群集構造を比較した結果、変動傾向は大きく異なっていた。2014/15年シーズンの1月の現存量は高緯度海域で夜間にピークを記録したが、2011/2012年シーズンでは昼夜問わず一貫して現存量が高い傾向がみられた。これらの季節変動パターンは春から秋にかけて南大洋に普遍的に出現する小型カイアシ類*Oithona similis*と*Ctenocalanus citer*の2種の変動が主要因であることが明らかとなった(図4)。これら2種は春先に産卵ピークを迎えることから、1月の現存量は産卵成績に起因すると考えられ、春の餌環境(植物プランクトン量)が季節的変動を決定する要因である可能性が示唆された。実際に2014/15年シーズンの高緯度海域では12月に高い植物プランクトン濃度が観測されていた。夜間に高い現存量を示すのは日周鉛直移動の影響と考えられるが、2011/2012年シーズンの1月には2種ともに昼間でも表層で高い現存量を維持しており、餌環境以外の外的要因を明らかにすることが今後の課題である(引用文献)。

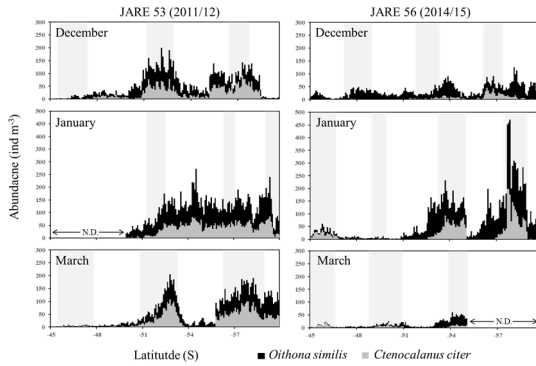


図4. 2011/2012年シーズンおよび2014/15年シーズンにおける小型カイアシ類 *Oithona similis* と *Ctenocalanus citer* の現存量変化。東経110度のモニタリング観測ラインにおいて、各シーズンで12月、1月、3月の3回、CPR観測を実施した。図中の灰色の範囲は夜間（光合成有効放射 $< 100 \mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$ と定義）を示し、白色は昼間を示す。

(3) 有殻翼足類である *Limacina* 属は南大洋に普遍的に分布し、生態系の重要な構成要因として認識されている。また炭酸カルシウムの殻を持つことから海洋酸性化の影響をはかる上で注目されている分類群である。2000年3月に東経150度、南緯60度以南の季節海氷域で曳航されたCPRデータから、*Limacina* 属の突発的な高い現存量が観測されており、その要因について解析を実施した。本属は集中分布をすることから、プランクトンネットによる高い現存量はしばしば観測されていたが、2000年3月のCPR観測では600海里（約1,110 km）におよぶ広範囲で出現していた（図5）。同海域における1997年から2006年のプランクトンネットのデータを用いて *Limacina* 属の現存量と殻サイズの年変動を見ると、2000年の現存量はこの期間中の平均値よりやや低い値であった。一方、平均殻サイズは160 - 300 μm の範囲であったが、2000年には比較的大きな平均サイズ（444.7 μm ）であった。つまり2000年の高い現存量の特徴は大型まで成長した個体が多いことが明らかとなった。餌環境（クロロフィル *a* 濃度）や採集時の物理環境（水温や塩分）との関係性は見いだせなかったことから、繁殖のタイミングと新生代の成長成績が *Limacina* 属の現存量と殻サイズに影響を与えた可能性が考えられ、その要因として早期の海氷の後退が本種の成長に適した環境を作り出した可能性が示唆された（引用文献）。

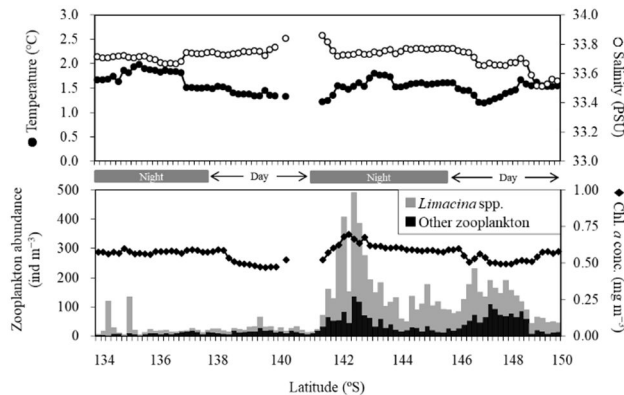


図5. 第41次日本南極地域観測隊において2000年3月に実施したCPR観測結果。表層水温、塩分濃度、クロロフィル *a* 濃度を同時に示す。東経141度付近から150度まで有殻翼足類の *Limacina* 属の出現が他の動物プランクトンより卓越している。出現割合に昼夜の差がなく、広範囲にわたって本種が優占して出現したことが明らかである。

< 引用文献 >

- Kunio T. Takahashi and Graham W. Hosie (2021) The status and trends of Southern Ocean zooplankton based on the SCAR Southern Ocean Continuous Plankton Recorder (SO-CPR) survey. SCAR Bulletin, No. 206, 97p.
- Kunio T. Takahashi, Graham W. Hosie and Tsuneo Odate (2017) Intra-annual seasonal variability of surface zooplankton distribution patterns along a 110°E transect of the Southern Ocean in the austral summer of 2011/12. Polar Science 12: 46-58. DOI: 10.1016/j.polar.2016.06.009
- Kunio T. Takahashi, Tomomi R. Takamura and Tsuneo Odate (2021) Zooplankton communities along a Southern Ocean monitoring transect at 110°E from three CPR surveys (Dec 2014, Jan 2015, Mar 2015). Polar Biology 44: 1069-1081. DOI: 10.1007/s00300-021-02862-z
- Kunio T. Takahashi and Haruko Umeda (2023) The variability in abundance and shell size of the thecosome pteropods *Limacina* spp. in the seasonal ice zone of the Southern Ocean in March. Polar Biology 46: 523-537. DOI: 10.1007/s00300-023-03141-9

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 10件／うち国際共著 8件／うちオープンアクセス 10件）

1. 著者名 Sonia D. Batten, Rana Abu-Alhaija, Sanae Chiba, Martin Edwards, George Graham, R. Jiyothibabu, John A. Kitchener, Philippe Koubbi, Abigail McQuatters-Gollop, Erik Muxagata, Clare Ostle, Anthony J. Richardson, Karen V. Robinson, Kunio T. Takahashi, Hans M. Verheye and Willie Wilson	4. 巻 6
2. 論文標題 A Global Plankton Diversity Monitoring Program.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Marine Science	6. 最初と最後の頁 321
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fmars.2019.00321	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Kunio T. Takahashi, John A. Kitchener, Karen V. Robinson and Graham W. Hosie	4. 巻 63
2. 論文標題 Report on the Southern Ocean Continuous Plankton Recorder (SO-CPR) Standards Workshop 2018: SCAR SO-CPR Database Export Group.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Antarctic Record	6. 最初と最後の頁 9-19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15094/00015362	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Takahashi Kunio T., Hosie Graham W., Odate Tsuneo	4. 巻 12
2. 論文標題 Intra-annual seasonal variability of surface zooplankton distribution patterns along a 110° E transect of the Southern Ocean in the austral summer of 2011/12	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Polar Science	6. 最初と最後の頁 46~58
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.polar.2016.06.009	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Kunio T. Takahashi, John A. Kitchener, Karen Robinson and Graham W. Hosie	4. 巻 61
2. 論文標題 Report on the Southern Ocean Continuous Plankton Recorder (SO-CPR) Standards Workshop 2016: SCAR SO-CPR Database Export Group.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Antarctic Record	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Pinkerton Matthew H., Decima Moira, Kitchener John A., Takahashi Kunio T., Robinson Karen V., Stewart Robert, Hosie Graham W.	4. 巻 162
2. 論文標題 Zooplankton in the Southern Ocean from the continuous plankton recorder: Distributions and long-term change	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers	6. 最初と最後の頁 103303 ~ 103303
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.dsr.2020.103303	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Heneghan Ryan F., Everett Jason D., Sykes Patrick, Batten Sonia D., Edwards Martin, Takahashi Kunio, Suthers Iain M., Blanchard Julia L., Richardson Anthony J.	4. 巻 435
2. 論文標題 A functional size-spectrum model of the global marine ecosystem that resolves zooplankton composition	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Ecological Modelling	6. 最初と最後の頁 109265 ~ 109265
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ecolmodel.2020.109265	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Takahashi Kunio T., Takamura Tomomi R., Odate Tsuneo	4. 巻 44
2. 論文標題 Zooplankton communities along a Southern Ocean monitoring transect at 110° E from three CPR surveys (Dec 2014, Jan 2015, Mar 2015)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Polar Biology	6. 最初と最後の頁 1069 ~ 1081
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00300-021-02862-z	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Campbell Max D., Schoeman David S., Takahashi Kunio T., et al.	4. 巻 44
2. 論文標題 Testing Bergmann's rule in marine copepods	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Ecography	6. 最初と最後の頁 1283 ~ 1295
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/ecog.05545	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Takahashi Kunio T., Hosie Graham W.	4. 巻 206
2. 論文標題 The status and trends of Southern Ocean zooplankton based on the SCAR Southern Ocean Continuous Plankton Recorder (SO-CPR) survey	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 SCAR Bulletin	6. 最初と最後の頁 1-97
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Takahashi Kunio T., Umeda Haruko	4. 巻 46
2. 論文標題 The variability in abundance and shell size of the thecosome pteropods <i>Limacina</i> spp. in the seasonal ice zone of the Southern Ocean in March	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Polar Biology	6. 最初と最後の頁 523 ~ 537
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00300-023-03141-9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

[学会発表] 計15件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 14件)

1. 発表者名 Kunio T. Takahashi, John A. Kitchener, Karen V. Robinson, Graham W. Hosie, and SO-CPR Survey Team.
2. 発表標題 The spatial and temporal variations in meal total zooplankton abundance and average copepod community size of the Southern Ocean from the SO-CPR activities.
3. 学会等名 Integrated Marine Biosphere Research (IMBeR) Open Science Conference 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Matt H. Pinkerton, Moira Decima, John Kitchener, Kunio Takahashi, Karen Robinson, Robert Stewart, Graham W. Hosie.
2. 発表標題 Patterns and trends in environmental and ecological (zooplankton) properties of the Southern Ocean between 1997 and 2018.
3. 学会等名 10th International Penguin Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 Kunio T. Takahashi .
2 . 発表標題 The status and trends of Southern Ocean zooplankton based on the SCAR Southern Ocean Continuous Plankton Recorder (SO-CPR) survey.
3 . 学会等名 Ocean Observation 2019 (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Kunio T. Takahashi, Haruko Umeda, Tsuneo Odate.
2 . 発表標題 The annual variability in abundance and shell size of the pteropods <i>Limacina</i> spp. in the seasonal ice zone of the Southern Ocean.
3 . 学会等名 The 10th Symposium on Polar Science. (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Kunio T. Takahashi, and SCAR SO-CPR Survey Team.
2 . 発表標題 The status and trends of Southern Ocean zooplankton
3 . 学会等名 The 35th International Symposium on Okhotsk Sea & Sea Ice. (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 Kunio T. Takahashi, John A. Kitchener, Karen V. Robinson, Graham W. Hosie, and SO-CPR Survey Team.
2 . 発表標題 The spatial and temporal variations in surface zooplankton patterns of the Southern Ocean from the SO-CPR activities of the first 25 years.
3 . 学会等名 Marine Ecosystem Assessment for the Southern Ocean (MEASO) 2018 (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Mio Sasaki, Ryosuke Makabe, Shintaro Takao, Kunio Takahashi, Masato Moteki, Tsuneo Odate.
2 . 発表標題 Temporal variability of surface zooplankton community along 110 ° E in the Southern Ocean.
3 . 学会等名 Marine Ecosystem Assessment for the Southern Ocean (MEASO) 2018 (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Kunio T. Takahashi, John A. Kitchener, Karen V. Robinson, Graham W. Hosie, and SO-CPR Survey Team.
2 . 発表標題 The long-term trends in mean total zooplankton abundance and average sopepod community size of the Southern Ocean from the SO-CPR activities of the first 25 years.
3 . 学会等名 The 9th Symposium on Polar Science (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Kunio T. Takahashi, Haruko Umeda, Tsuneo Odate
2 . 発表標題 Variability in abundance and cell size of the pteropods <i>Limacina</i> spp. in the seasonal ice zone of the Antarctic Ocean.
3 . 学会等名 The 34th International Symposium on Okhotsk Sea & Sea Ice. (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Kunio T. Takahashi, Tomomi R. Takamura and Tsuneo Odate
2 . 発表標題 Intra-annual seasonal changes in zooplankton communities along a 110°E transect of the Southern Ocean during 2014/15.
3 . 学会等名 The 8th Symposium on Polar Science (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1. 発表者名 Mio Sasaki, Ryosuke Makabe, Kunio Takahashi, Masato Moteki, Tsuneo Odate
2. 発表標題 Zooplankton distribution in surface waters along 110°E in the Southern Ocean.
3. 学会等名 The 8th Symposium on Polar Science (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kunio T. Takahashi, Haruko Umeda, Tsuneo Odate
2. 発表標題 High abundance of pteropods <i>Limacina</i> spp. in the seasonal ice zone of the Antarctic Ocean, summer 2000.
3. 学会等名 The 33rd International Symposium on Okhotsk Sea & Sea Ice (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐々木 澗・真壁 竜介・高橋 邦夫・茂木 正人・小達 恒夫
2. 発表標題 夏季の南大洋表層における動物プランクトン群集の水平分布
3. 学会等名 日本海洋学会秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kunio T. Takahashi
2. 発表標題 Surface zooplankton distribution patterns along a 110°E in the Southern Ocean: A comparison of intra-annual seasonal variability during the 2011/12 and 2014/15 seasons
3. 学会等名 The 32nd International Symposium on Okhotsk Sea & Sea Ice (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kunio T. Takahashi, John A. Kitchener, Karen V. Robinson, Graham W. Hosie, and SO-CPR Survey Team.
2. 発表標題 Report on the status and trends of Southern Ocean Zooplankton based on the SCAR Southern Ocean Continuous Plankton Recorder (SO-CPR) Survey
3. 学会等名 The 11th Symposium on Polar Science (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関		
オーストラリア	Australian Antarctic Division		