

次期海洋基本計画に向けた 海洋酸性化に関する提言

2017年8月

笹川平和財団 海洋政策研究所

海洋酸性化は、近年「もう一つの二酸化炭素問題」として、地球温暖化に加えて世界規模の環境負荷要因とされている課題で、2015年の国連持続可能な開発目標（SDGs）においても、その影響に対処し最小限化することが、行動ターゲットの一つに位置づけられている。IPCC第5次評価報告書では、二酸化炭素の排出抑制対策が十分でなければ、海洋酸性化が海洋生態系に相当のリスクをもたらす可能性を指摘している。また、水温上昇と海洋酸性化により2040年代までに造礁サンゴの生育に適した海域が日本周辺から消失するとの予測結果を示す研究などもある。一方、その予測には不確実性があり、海洋酸性化の進行状況の把握や海洋生物ならびに海洋生態系への影響を把握することが喫緊の課題になっている。このような現状を踏まえ、以下の内容を次期海洋基本計画に位置づけることを提言する。

提言 1：科学的知見に基づく把握の推進と対応策の検討

海洋酸性化の海洋生物などへの影響が懸念されている一方、その把握が十分ではない現状を踏まえて、海洋生物ならびに海洋生態系への影響把握に関する科学研究の推進および関連する解析技術の開発を行うこと。また、進行状況を的確に把握するため、137度定線やK2地点、沿岸域などの既存のモニタリングを継続するとともに、沿岸域を含めた海域特性にあわせた効果的なモニタリングの推進や、関連する技術開発・国際標準化に向けた取組を行うこと。さらに、これらから得られた科学的知見をもとに、影響を受けにくい海域の特定や保全などの適応策の検討を推進すること。

提言 2：国際貢献の推進

全球海洋酸性化観測ネットワーク（GOA-ON）などの国際的なデータ共有の枠組みに参画・貢献すること。また、アジア太平洋地域の途上国において、環境・経済・防災などの面で重要な役割を果たす造礁サンゴへの影響が懸念されていることを踏まえ、現地での影響把握などの科学研究の支援や人材育成を積極的に推進すること。

提言 3：二酸化炭素の排出抑制対策の推進（緩和策の推進）

二酸化炭素の排出抑制対策が十分でなければ、地球温暖化や酸性化を通じて海洋環境が大きな影響を受けることを踏まえて、「世界の平均気温上昇を2度より十分低く抑え、1.5度に抑えることを追求する」ことを掲げたパリ協定の実現に向けて、国内の削減対策に着実に取り組むとともに、国際的にも指導力を発揮すること。

提言 4：国民への啓発の推進

海洋酸性化の問題について、世界規模の環境負荷要因であるだけでなく、日本周辺においても海洋生態系ひいては水産業などへの将来の影響が懸念されていることを踏まえ、科学的知見に基づく国民への啓発を推進すること。この際、緩和策の推進だけでなく、陸からの有機物の負荷低減により沿岸域の酸性化を抑制できることなどについても必要な対策として示し、地域と連携した普及啓発を推進することが重要である。

海洋酸性化の現状と課題：

地球規模での二酸化炭素の排出増加は深刻な環境問題になっていますが、温室効果による地球温暖化をもたらすだけでなく、海中に吸収される二酸化炭素量の増加を通して海洋酸性化を進行させます。海洋酸性化は、一般的に弱アルカリ性（pH=約8.1）である海洋に、この二酸化炭素が多く溶け込むことで水素イオン濃度が高まり、海水中のpHが下がって酸性化する現象のことであり、海洋酸性化が進むと、造礁サンゴや有孔虫、貝類など炭酸カルシウムの骨格を持つ生物が骨格を作りにくくなります。気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の第5次評価報告書では、海洋は人為起源の二酸化炭素の約30%を吸収し、既に海洋酸性化が生じていることや、海面付近の海水のpHが産業化以降以降0.1低下していることを示しています。また、二酸化炭素の排出抑制対策が十分でなければ、海洋酸性化は、特に炭酸カルシウムの殻を持つ軟体動物や造礁サンゴに相当のリスクをもたらす可能性があることを示しています。魚類についても、生息環境の変化（例：サンゴ礁の減少）などに伴う非直接的な影響が懸念されています（図2）。

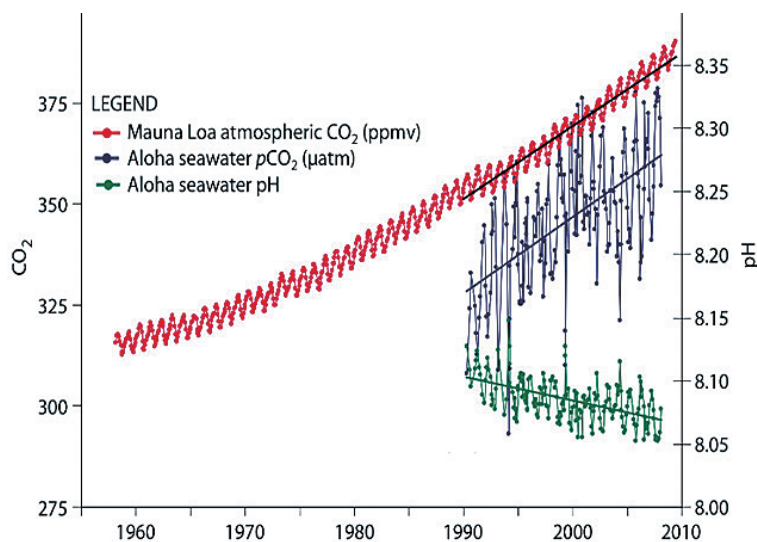


図1：ハワイのマウナロア観測所で計測された大気中の二酸化炭素濃度（赤）とハワイ周辺海域（ALOHA定点；北緯22度45分、西経158度）で測定された二酸化炭素分圧（青、pCO2）及びpH（緑）の推移

出典：Feely et al. (2009), Oceanography, 22

軟体動物	棘皮動物	甲殻類	魚類	サンゴ
脆弱性				
石灰化の低下、成長率や生存率の減少	発育初期段階にて脆弱性あり(研究事例少)	他のグループより影響が少ない	餌や生息環境の変化に伴う非直接的影響	石灰化の低下、温暖化との相乗影響
全世界の推定経済価値（2010年の積算、米ドル）				
240億ドル	7億ドル	370億ドル	650億ドル	300-3750億ドル
負の影響を受ける種の割合（二酸化炭素の排出抑制対策をしないシナリオでの将来推定値、原因から数値読取）				
約60%	約30%	約10%	約70%	約40%

図2：海洋酸性化に対する経済的・生態学的に重要な海洋生物の脆弱性

出典：IGBP, IOC, SCOR (2013). Ocean Acidification Summary for Policymakers – Third Symposium on the Ocean in a High-CO2 World. International Geosphere-Biosphere Programme, Stockholm, Sweden.の9ページ目の図から抜粋・翻訳

海洋酸性化に関する国際社会の取り組み：

近年、このような将来の影響が懸念されている海洋酸性化について、国際社会でも認識されています。次のような政策文書で取り上げられ、対策の必要性が示されています¹。

■ 「The Future We Want」 (2012年 国連持続可能な開発会議 (リオ +20))

私たちは、海洋酸性化と気候変動が海洋・沿岸の生態系と資源に与える影響について取り組むイニシアチブへの支援を求める。この点について、国際的な協力の強化も含め、私たちは次のことを繰り返し強調する。海洋酸性化を阻止し、海洋生態系とそれに依存する生物群の回復力を高めるために統合的に取り組むこと。また、海洋科学研究を支援し、海洋酸性化と特に脆弱な生態系への影響を監視・観測する必要があること。

■ 「持続可能な開発目標 (SDGs)」 (2015年 国連持続可能な開発サミット)

目標 14.3:あらゆるレベルでの科学的協力の促進などを通じて、海洋酸性化の影響を最小限化し、対処する。

SDGsの目標14「海洋・海洋資源の保全と持続可能な利用」の実施推進を目的として2017年6月に国連本部で開催された国連海洋会議では、「海洋酸性化の影響最小化に向けた取組」と題したパートナーシップ・ダイアログが行われ、パリ協定の実施や小島嶼開発途上国などでの能力構築、科学的知見増大のための広い連携体制構築の重要性が議論されました。また、会議の成果文書“Call for Action”においても、海洋酸性化の問題への対策の必要性が示されています。このような状況のもと、欧米の研究者が中心となり2012年に立ち上げられた全球海洋酸性化観測ネットワーク (GOA-ON) による、全世界的な連携体制構築の取組が注目されています。GOA-ONでは、計測技術の標準化などの検討も行われており、日本からの貢献が期待されています。

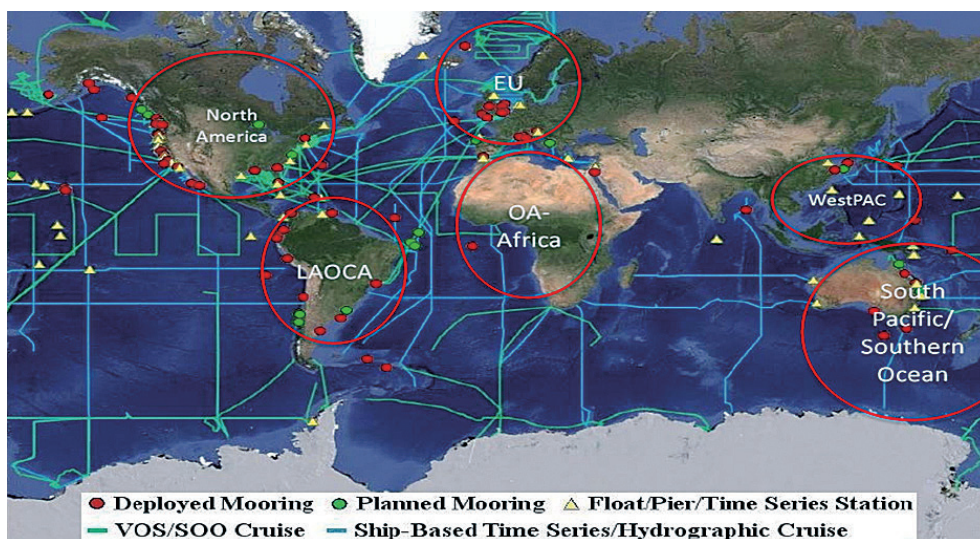


図3: GOA-ONのもとで連携する地域ネットワーク (背景は海洋酸性化観測網)²

¹ これらのほか、生物多様性条約第10回締約国会議 (COP10) で採択された「愛知目標」(2010年)では、目標10において「2015年までに、気候変動又は海洋酸性化により影響を受けるサンゴ礁その他の脆弱な生態系について、その生態系を悪化させる複合的な人為的圧力が最小化され、その健全性と機能が維持される」と記している。

² 「国連 海洋と海洋法に関する国連非公式協議プロセス第18会期」(2017年5月)における米国NOAA海洋酸性化プログラムのLibby Jewett氏発表資料より

日本における海洋酸性化の現状把握と将来予測：

日本では北西太平洋における継続的なモニタリングが行われており、海洋研究開発機構による亜寒帯域の観測点 K2（北緯 47 度、東経 160 度）での定点観測や気象庁による東経 137 度の定線観測などが、世界的な海洋酸性化現象の把握に大きく貢献してきました。

また、2012～2014 年度に実施された「海洋生物が受ける温暖化と海洋酸性化の複合影響の実験的研究」（環境研究総合推進費）などの生物影響の把握に関する研究が行われています。アルゴフロートでの pCO₂ や pH の計測など、モニタリング技術の開発も行われています。

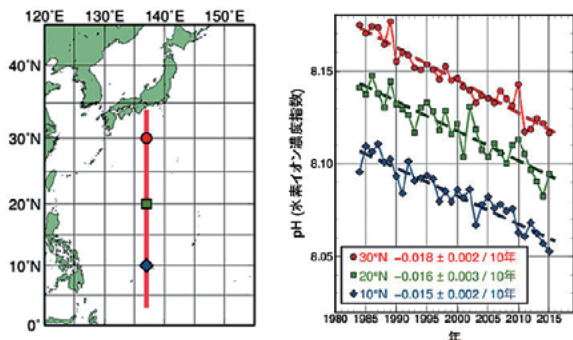
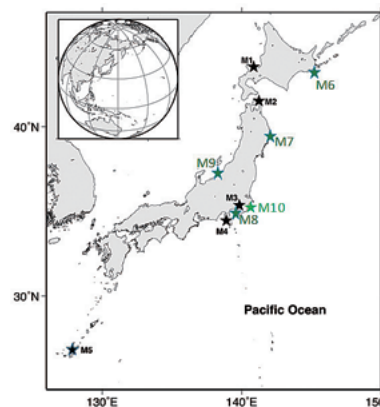


図4：東経137度線における表面海水中のpHの長期変化（気象庁）

（K2地点や137度定線の観測は世界気象機関が発行する Greenhouse Gas Bulletin 2014にておいて世界の9つの観測のなかに位置づけられるなど、世界の海洋酸性化の把握に貢献している）

日本沿岸でも、東日本を中心に海洋酸性化に関連するモニタリングが行われており、沿岸域における海洋酸性化の傾向について解析されています。しかし、これらのモニタリングの多くは継続を保証されたものではありません。また、沿岸域は日周変化が大きいことのほか、大気中の二酸化炭素の吸収以外に有機物負荷量の増加による酸性化などもあることが、分析やモニタリング結果を評価するうえで課題となっています。

図5：日本沿岸の海洋酸性化モニタリング「海洋酸性化国際会議」講演資料（小笠恒夫、2017年1月）より



高尾[2016]から改変

このような取り組みを踏まえ、2013年に閣議決定された第2期海洋基本計画では、次のように長期モニタリングを含めた国際貢献などについて記載しています。

■第2期海洋基本計画（2013年4月閣議決定）

総論：我が国が「地球環境を保全する観点から、海洋の生物多様性の保全や地球温暖化、海洋酸性化等への対策に取り組んできた」ことを記載。

第1部 海洋に関する施策についての基本的な方針：海洋をめぐる社会情勢等の変化のひとつとして「地球温暖化や海洋酸性化等に伴う海洋環境の変化」を記載。また、「気候変動、海洋酸性化対策といった地球規模の環境問題への対応として、我が国が世界の主導的立場を取るべく調査・研究を推進するとともに、引き続き長期モニタリングに取り組む」ことを記載。

第2部 海洋に関する施策に関し、政府が総合的かつ計画的に講ずべき施策：「地球温暖化や海洋酸性化等の地球規模の問題に対応していくため、WMO、UNESCO/IOC等が実施する国際的な海洋観測計画やデータ交換の枠組み等に引き続き参画・貢献する」ことを記載。

2015年に閣議決定された政府の「気候変動の影響への適応計画」でも海洋酸性化の課題を取り上げ、定量的な研究事例が限定されており不確実性があるという前提のもと、「亜熱帯についてはA2シナリオ³では、造礁サンゴの生育に適する海域が水温上昇と海洋酸性化により2030年代までに半減し、2040年代までには消失する」と予測されていることなど、貝類の養殖や造礁サンゴ等の沿岸生態系への影響について、影響の可能性や対策技術開発の必要性を記載しています。

気候変動の影響への適応計画

平成27年11月27日
閣議決定

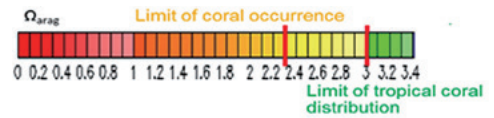
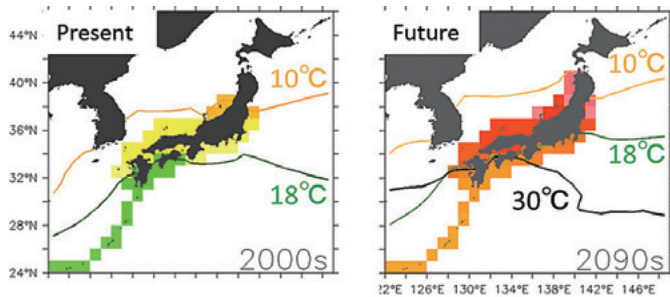


図6：温暖化と酸性化による造礁サンゴへの将来影響に関する予測例 (Yara et al., 2012)
(造礁サンゴの生育に適する海域が、将来的に日本周辺から消失する可能性を示している)

参考：海洋酸性化の課題に係る普及啓発の取り組み：

「海洋酸性化」を初めて耳にする人は多いと思います。実は、生活で排出される二酸化炭素の約1/3は海洋に吸収されます。二酸化炭素は冷たい水ほど多く溶ける性質があるので、クリオネ類が生活する海から酸性化は進行します。海が酸性化すると、クリオネの顔である巻貝の貝殻が溶け出したり、上手に成長できず、絶滅してしまいます。そして、餌を失ったクリオネ類も絶滅してしまいます。このようなことから、クリオネ類は、「きれいな海のシンボル」として世界中で話題となっています。今回、海の酸性化について学習してもらう機会として、2016年に発表された新種のクリオネと、従来から知られていたクリオネの2種類の実物を観察し、海の環境や生物について興味・関心を持って買うために、全国4箇所のミュージアムで、実物展示・解説をおこないます。

- 開催場所：蘭越町貝の館（蘭越町）
北海道立流水科学センター（紋別市）
オホーツク流水館（網走市）
魚津水族館（富山県）
- 開催期間：平成28年10月15日から
※終了時期は生体展示のため、状態を見て各館で判断する。

本プログラムは、海の科学館「海の学びミュージアムサポート」プログラム2の助成を受けて実施しています。
発行元：蘭越町の館
海の学びミュージアムサポート
Supporter: THE NIPPON FOUNDATION



図7：民間による普及啓発の取り組み事例

左：水族館の特別展示の取組、右：高校での海洋酸性化教育の取組（神奈川県立海洋科学高校）
（神奈川県立海洋科学高校では、相模湾沿岸でのpH計測の取組を2017年度より開始）

3 1980～1999年平均を基準とした長期（2090～2099年）の変化量が2.0～5.4℃（最良推定値3.4℃）

本政策提言書は、2016年度から笹川平和財団海洋政策研究所が実施している「温暖化・海洋酸性化の研究と対策」事業のもとで設置された、次の専門家による「温暖化・海洋酸性化の研究と対策に関する調査研究委員会」の検討や、2017年1月に東京で開催された「温暖化・海洋酸性化の影響と対策に関する国際会議～西太平洋におけるネットワーク構築に向けて～」の議論を踏まえて作成されたものです。

温暖化・海洋酸性化の研究と対策に関する調査研究委員会 委員

井田 徹治	共同通信社 編集・論説委員
小埜 恒夫	国立研究開発法人 水産研究・教育機構 国際水産資源研究所 外洋資源部 国際資源環境グループ グループ長
喜田 潤	公益財団法人海洋生物環境研究所 実証試験場 応用生態グループ 応用生態グループマネージャー
白山 義久 (委員長)	国立研究開発法人 海洋研究開発機構 理事
野尻 幸宏	弘前大学 理工学部 地球環境学科 弘前大学大学院 理工学研究科 教授
原田 尚美	国立研究開発法人 海洋研究開発機構 地球環境観測研究開発センター 研究開発センター長代理
藤井 賢彦	北海道大学大学院地球環境科学研究院 准教授
森下 丈二	東京海洋大学 海洋政策文化学部門 教授
山形 俊男	公益財団法人 笹川平和財団 海洋政策研究所 特別研究員
山野 博哉	国立研究開発法人 国立環境研究所 生物・生態系環境研究センター長

(50音順・敬称略)



写真：2017年1月に開催された国際会議の参加者

Proposals on Ocean Acidification Issues for Inclusion in the next Basic Plan on Ocean Policy

Ocean Acidification (OA) is a problem referred to in recent years as "The Other Carbon Dioxide Problem," as, along with global warming, it is an environmental impact factor on a global scale. In 2015, OA was identified in one of the targets of the UN Sustainable Development Goals (SDGs), with a call for efforts to "Minimize and address the impacts of ocean acidification." The Fifth Assessment Report of IPCC points out that without sufficient measures in place for the reduction of carbon dioxide emissions, OA could pose serious threats to marine ecosystems. There are also predictive studies indicating that areas suitable for reef-building coral will disappear from the seas around Japan by the 2040s, due to rising water temperature and OA. However, as the predictions contain uncertainties, better understanding of OA and its impacts on marine creatures and marine ecosystems are also issues of urgent interest.

In consideration of the above, we will submit the following proposals for inclusion in the next Basic Plan on Ocean Policy.

1 : Promote Understanding Based on Scientific Knowledge and Consider Countermeasures

Though there are existing concerns over the impacts of OA on marine creatures, etc., current understanding on the issue is far from sufficient. Given this situation, scientific research on OA's impacts on marine creatures and marine ecosystems should be promoted, along with the development of related analysis technologies. To accurately assess OA progression, ongoing observations, such as hydrochemical time-series observations along the 137°E line and K2 station, and those in coastal areas, should be continued. Effective monitoring in ocean areas, including coastal areas, should also be promoted, taking into consideration the unique characteristics of each area. In addition, increased efforts on related technological development and international standardization should also be undertaken.

Based on scientific knowledge obtained from these activities, studies should also be promoted on the identification of less vulnerable areas, as well as on the consideration of potential adaptation measures, such as conservation.

2 : Increase International Contributions

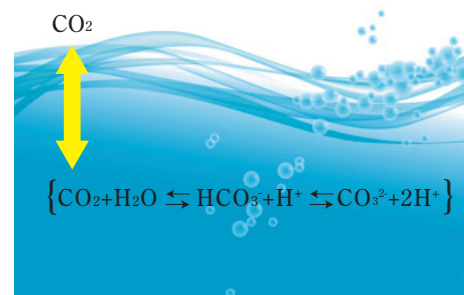
Participation in and contributions to international data sharing frameworks such as the Global Ocean Acidification Observation Network (GOA-ON) should be encouraged. Based on concerns over impacts on reef-building corals, which play an important role in the environments, economies, and disaster prevention efforts in developing countries of the Asia-Pacific region, there should be active promotion of capacity development activities along with support for scientific research, including impact assessments.

3: Promote Measures for Reduction of Carbon Dioxide Emissions (Promote Mitigation Measures)

Without sufficient measures in place for the reduction of carbon dioxide emissions, the ocean environment will face serious effects from global warming and OA. Given the current situation, work on domestic reduction measures should be steadily carried out and leadership demonstrated internationally towards achievement of the Paris Agreement, which calls for "keeping global temperature rise well below 2 degrees Celsius" and "pursuing efforts to limit the temperature increase even further to 1.5 degrees Celsius."

4: Promote Public Awareness Activities

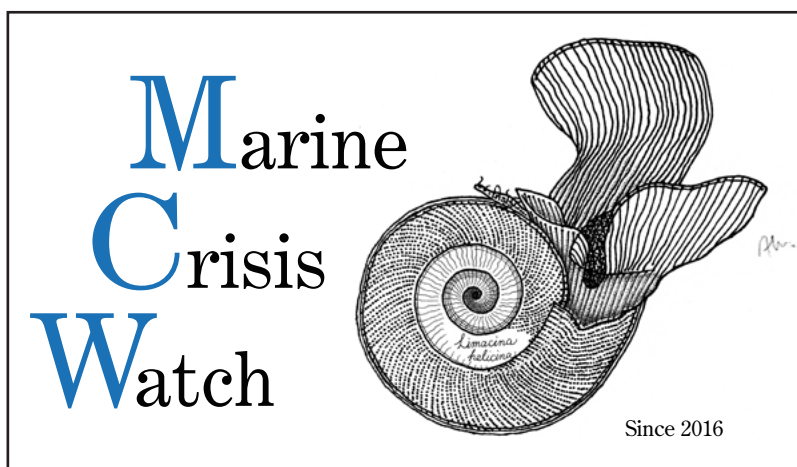
OA is not only an environmental impact factor on a global scale, but as there are concerns that marine ecosystems and fisheries around Japan could be affected in the future, public awareness activities should be promoted based on scientific knowledge. It is important to cooperate with local communities in promoting awareness raising, highlighting the need not only for mitigation measures but also demonstrating that OA in coastal areas can be held in check by measures such as reducing the inflow of organic matter from land.



次期海洋基本計画に向けた海洋酸性化に関する提言

公益財団法人笹川平和財団海洋政策研究所
〒105-8524 東京都港区虎ノ門 1-15-16 笹川平和財団ビル
TEL 03-5157-5430 FAX 03-5157-5230

海洋政策研究所は、日本財団の支援を受けて活動をしています



笹川平和財団海洋政策研究所の「温暖化・海洋酸性化の研究と対策」事業では、今後“Marine Crisis Watch”を通して、情報発信・交換を推進していきます。

※ 海洋酸性化の影響が懸念される翼足類（ミジンウキマイマイ）の絵はこの問題に取り組む神奈川県立海洋科学高校の石川晃君が描画しました。