

Title	Large Scale Geometries of Infinite Strings( Abstract_要旨 )
Author(s)	Takisaka, Toru
Citation	Kyoto University (京都大学)
Issue Date	2018-03-26
URL	<a href="https://doi.org/10.14989/doctor.k20886">https://doi.org/10.14989/doctor.k20886</a>
Right	
Type	Thesis or Dissertation
Textversion	ETD

( 続紙 1 )

京都大学	博士 ( 理学 )	氏名	滝坂 透
論文題目	Large Scale Geometries of Infinite Strings (無限文字列の大規模幾何)		
(論文内容の要旨)			
<p>十分遠方から見た距離空間の持つ幾何構造 (大規模幾何) は、距離空間の間の擬等長写像と擬等長性による同値類により捉えられる。本研究では、無限文字列を色付き距離空間と見なすことにより、無限文字列の大規模幾何を定式化し、その基礎的な性質を明らかにした。</p> <p>まず、無限文字列の間の擬等長写像を、文字を保存する擬等長写像として定める。一般に、色付き距離空間上の擬等長性は、対称律を満たさない。すなわち、空間<math>X</math>から空間<math>Y</math>への擬等長写像が存在することと、<math>Y</math>から<math>X</math>への擬等長写像が存在することとは同値ではない。特に、無限文字列全体の集合上で、擬等長性は半順序を与える。この半順序が最大元および極小元を持つこと、また<math>\omega</math>鎖及び<math>\omega</math>反鎖を持つことを示した。また、二つの無限文字列の擬等長性が、それらのある種の有限列に分解可能であることと同値であることを示した。</p> <p>次に、オートマトン理論と大規模幾何の関係を調べた。Buchiオートマトンによって認識される無限文字列の言語は、擬等長性が定める同値類の下で有限個しか存在しないことを示した。また、二つのBuchiオートマトンの受理する言語が同じ同値類に属するかどうかは、線型時間で判定できることを示した。</p> <p>また、算術階層において、計算可能な無限文字列の擬等長性の判定問題が<math>\Sigma_3^0</math>-完全であることを示した。さらに、無限列<math>\alpha</math>と<math>\beta</math>が互いに擬等長である場合、<math>\alpha</math>と<math>\beta</math>の間に<math>(\alpha \otimes \beta)'</math> に対し計算可能な擬等長写像が存在することを示した。</p> <p>さらに、距離空間を無限遠から見るという直感を定式化したasymptotic coneに関する諸性質が、色付き距離空間の場合についても成立することを示した。</p>			

(続紙 2 )

(論文審査の結果の要旨)

大規模幾何は、Gromov以来の幾何的群論の発展に重要な役割を果たしてきたが、これまで、理論計算機科学の文脈で議論されたことはなかった。本研究は、形式言語理論の枠組みに大規模幾何の概念を持ち込んだ初の試みであり、基礎的かつ重要な貢献である。

形式言語理論では、無限文字列のなす言語及びそれらを受理するオートマトンの研究が古くから盛んに研究されてきた。けれども、形式言語理論への幾何的なアプローチはあまり多くなく、未だ使える道具も結果も非常に限られているのが現状である。形式言語理論に比較的近い数学分野である幾何的群論の隆盛と比して、この状況は大いに改善の余地があると考えられる。本研究では、無限文字列を色付き距離空間と見なし、その大規模幾何を論じることにより、幾何的な形式言語理論に向け大きな一歩を踏み出した。

本研究により、無限文字列の大規模幾何構造は、数学的に十分豊かで非自明な内容を持つことが明らかにされた。しかし、同時に、Buchiオートマトンの受理言語が有限個の大規模幾何構造しか持たないなど、言語理論的には大規模幾何は非常に粗い不変量しか与えないことも明らかになった。おそらく、真に有用な幾何的な形式言語理論のためには、より詳細な幾何構造の考察が不可欠であると思われる。このように、本研究は、無限文字列の形式言語理論における幾何的なアプローチの可能性と限界に関する多くの知見をもたらすものであり、当分野の発展に大きな刺激を与えるものである。

以上で述べたように、本論文の成果は、重要かつ新しい内容を多く持つものであり、今後関連分野の発展に大きく寄与することが期待できる。よって、本論文は博士(理学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成30年1月9日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。

要旨公表可能日： 年 月 日以降