慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	銅資源制約が及ぼす環境負荷軽減製品への影響評価
Sub Title	Impact study of copper resource constraint on environmentally friendly products
Author	加瀬, 友也(Kase, Tomoya) 中野, 冠(Nakano, Masaru)
Publisher	慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科
Publication year	2010
Jtitle	
JaLC DOI	
Abstract	銅は高い伝導性や熱伝導性などの特性を持ちながらも供給量が多く、昔から私たちの生活で必要なさまざまな製品に使用されている。その為、現状においても銅は使用用途が広く需要量が多い為、レアメタルよりも供給制約が発生する可能性が高い資源であると考えられている。それに加え、今後、環境負荷軽減製品と言われる、既存の製品と置き換わって普及することにより二酸化炭素の排出量を現状よりも抑える効果がある製品にも使用されており、更なる需要の拡大が考えられている。銅の供給量は限られている為、今後新たな供給は既存の産業へ使用されるとすると、環境負荷軽減製品が使用する銅量を賄うことができない。 そこで、本研究は環境負荷軽減製品が使用する銅量を算出し、それらを賄うための方策を提案することを目的とする。 需要が拡大する用途としての環境負荷軽減製品は17種類あるが、本研究では銅使用量が多い電気自動車(EV)、プラブインハイブリット自動車(PHEV)、 燃料電池自動車(FCV)、ヒートポンプ、風力発電、原子力発電、CIGS型太陽電池を取り上げる。これら製品がBLUE Mapシナリオに基づいて既存の製品と置き換わった際、どの程度銅を使用するのかを2010年から2050年まで予測した。この結果、2050年時点において、環境負荷軽減製品であるEVは1613kt、PHEV759kt、FCV107kt、ヒートポンプ74kt、風力発電86kt、原子力発電-3kt、CIGS型太陽電池-25ktの銅が必要であることが分かった。 この銅量を賄うため、銅電線ストックの転用と省資源化時のWhat-If分析を行った。この結果、2050年までの銅需要量を賄うには銅電線ストックを29%ほどアルミ電線に置き換えることによって可能であることがわかった。しかし、現在、銅電線からアルミ電線への置き換わり率には限界があると考えられ、この限界値を現在最もアルミ電線が普及しているフランスと同等の22%とすると、2045年に賄うことが出来なくなる。2045年以降は銅が不足する為、それまでに過去の例から考えると価格が1.6倍以上に高騰する可能性もある。この為、2045年までに代替技術開発・省資源化を推し進める必要があることがわかった。また、省資源化については、需要の大部分を占める自動車3車種に使用される銅量が毎年2%ずつ削減された場合、全体の需要量が2050年おいて約1215ktとなり、省資源化前の半分近い値となった。この需要量は銅電線ストックの置き換えで賄うことができることがわかった。
Notes	修士学位論文. 2010年度システムエンジニアリング学 第27号
Genre	Thesis or Dissertation
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO40002001-00002010-0020

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

修士論文　　2010 年度

銅資源制約が及ぼす環境負荷軽減製品への影響評価

加瀬 友也
(学籍番号：80933110)

指導教員　中野 冠

2011 年 3 月

慶應義塾大学大学院システムデザイン･マネジメント研究科
システムデザイン・マネジメント専攻

Master's Dissertation 2010

Impact Study of Copper Resource Constraint on Environmentally Friendly Products

Tomoya Kase
（Student ID Number：80933110）

Supervisor Masaru Nakano

March 2011

Graduate School of System Design and Management,
Keio University
Major in System Design and Management

論　　文　　要　　旨

学籍番号	809933110	氏　名	加瀬　友也

論 文 題 目：

銅資源制約が及ぼす環境負荷軽減製品への影響評価

（内容の要旨）

銅は高い伝導性や熱伝導性などの特性を持ちながらも供給量が多く、昔から私たちの生活で必要なさまざまな製品に使用されている。その為、現状においても銅は使用用途が広く需要量が多い為、レアメタルよりも供給制約が発生する可能性が高い資源であると考えられている。それに加え、今後、環境負荷軽減製品と言われる、既存の製品と置き換わって普及することにより二酸化炭素の排出量を現状よりも抑える効果がある製品にも使用されており、更なる需要の拡大が考えられている。銅の供給量は限られている為、今後新たな供給は既存の産業へ使用されるとすると、環境負荷軽減製品が使用する銅量を賄うことができない。

そこで、本研究は環境負荷軽減製品が使用する銅量を算出し、それらを賄うための方策を提案することを目的とする。

需要が拡大する用途としての環境負荷軽減製品は17種類あるが、本研究では銅使用量が多い電気自動車(EV)、プラブインハイブリット自動車(PHEV)、 燃料電池自動車(FCV)、ヒートポンプ、風力発電、原子力発電、CIGS型太陽電池を取り上げる。これら製品がBLUE Mapシナリオに基づいて既存の製品と置き換わった際、どの程度銅を使用するのかを2010年から2050年まで予測した。この結果、2050年時点において、環境負荷軽減製品であるEVは1613kt、PHEV759kt、FCV107kt、ヒートポンプ74kt、風力発電86kt、原子力発電-3kt、CIGS型太陽電池-25ktの銅が必要であることが分かった。

この銅量を賄うため、銅電線ストックの転用と省資源化時のWhat-If分析を行った。この結果、2050年までの銅需要量を賄うには銅電線ストックを29%ほどアルミ電線に置き換えることによって可能であることがわかった。しかし、現在、銅電線からアルミ電線への置き換わり率には限界があると考えられ、この限界値を現在最もアルミ電線が普及しているフランスと同等の22%とすると、2045年に賄うことが出来なくなる。2045年以降は銅が不足する為、それまでに過去の例から考えると価格が1.6倍以上に高騰する可能性もある。この為、2045年までに代替技術開発・省資源化を推し進める必要があることがわかった。また、省資源化については、需要の大部分を占める自動車3車種に使用される銅量が毎年2%ずつ削減された場合、全体の需要量が2050年おいて約1215ktとなり、省資源化前の半分近い値となった。この需要量は銅電線ストックの置き換えで賄うことができることがわかった。

キーワード（5 語）
環境負荷軽減製品、銅資源制約、BLUE Map シナリオ、銅電線ストック、省資源化

SUMMARY OF MASTER'S DISSERTATION

Student Identification Number	80933110	Name	Tomoya Kase

Title

Impact Study of Copper Resource Constraint on Environmentally Friendly Products

Abstract

Copper has properties such as high electrical conductivity and thermal conductivity. In addition, copper has been widely used in throughout history. Therefore, the demand for copper is always high. It is copper that is more likely than rare metals to have supply constraints in the future.

Furthermore, the demand for copper is expected to increase further in the future because it is used for environment friendly products to reduce carbon emission.

However, the fact is that current copper supply is limited and the expected supply growth is sufficient only to cover the existing industry demands. The current supply will be, therefore, insufficient to cover the future copper needs for manufacturing environment friendly products.

The purpose of this study is to estimate the future copper demand from the viewpoint of environment friendly products industry, and also to suggest measures to meet the gap.

Out of 17 highly demanded environment friendly products, we focus in this research on the following ones that use relatively large amount of copper: Electric Vehicle (EV), Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV), Fuel Cell Vehicles (FCV), Heat Pumps, Wind Power Generation, Nuclear Power, CIGS solar cells. We evaluated how the future demand for copper will change between 2010 and 2050 according to the existing products will be replaced based on the BLUE Map scenario.

Our estimation for the copper demand from environment friendly products in 2050 was as follow: EV-product 1613kt, PHEV759kt, FCV107kt, heat pumps 74kt, Wind 86kt, nuclear-3kt, CIGS solar cells-25kt.

To cover this future copper demand, we use a what-if analysis based on using copper stock from electric wires and resource saving in environment friendly products manufacturing. As a result, we found that the demand for copper in 2050 could be secured by replacing copper with the aluminum in electric wires at a 29% level. However, the replacement rate from using aluminum wire is thought to have limitations. According to the data from France, 22% appears to be the maximum limit for aluminum wire replacement, which will be only enough to cover the demands until 2045. The shortage starting in 2045 is expected to cause copper prices estimated previously to increase 160% or more. Therefore, I found that resources savings and/or the development of alternative technologies should be promoted by the year 2045. If we achieve a 2% yearly resource savings in the amount of copper used for each one of the 3 car models previously mentioned –while keeping the overall demand,- the copper demand in 2050 becomes 1,200kt which is nearly half of the values before the resource savings. In this case, we found that demand can be met by copper wire replacement.

Key Word(5 words)

Environmentally friendly products, copper resource constraint, BLUE Map scenario,

Copper wire stock, Resource-saving