

## 1 はじめに

本研究は、現在の国際通貨の構造に対して、中国人民元特にデジタル人民元の登場がどのような影響をもたらすかをエージェントベースモデル（以下 ABM）を用いてシミュレーション分析を行ったものである。本研究で用いたモデルは、中央銀行デジタル通貨（以下、CBDC）以外にも民間暗号資産市場も組み込んだものとなっている。

20 世紀を代表する自由主義経済学者 Friedrich Hayek は、*Denationalization of Money*(1976)の中で貨幣の発行権を国家が独占しなければならない理由はなく、むしろ民間が発行する競争的貨幣の方が価値の安定を生み出すと主張した。ハイエクの主張は元々ヨーロッパ通貨統合への牽制として行われたものであるが、国際社会の中では考慮されることもなく、自由主義陣営の盟友であった Milton Friedman すら批判的な立場を採った。その理由は、貨幣の価値の安定には中央銀行による貨幣供給量のコントロールが必要であるということ、貨幣の信用の裏付けには国家による法が必要であるということ、経済活動を維持するための膨大な貨幣供給は国家以外になしえないと考えられたことである。

それから四半世紀が経ち、冷戦の終結とともに始まった経済特に金融のグローバル化は、貨幣が必ずしも国家の政策に依存しないことを示すようになった。また同時期に急速に拡大したインターネットは、それを利用した新しいビジネスを生み出し、個人でも海外のオンラインマーケットで簡単に売買ができるようになった。それに合わせて、決済手段も発達する。blockchain 技術とそれに基づいた暗号資産の登場は時代の流れの中で必然であったとも言える。

しかし、次々と登場した暗号資産は、性格的にハイエクが期待したものと正反対のものであった。ハイエクは貨幣間の競争で生き残るためには、貨幣価値の安定が必要であり、競争過程から国家独占体制よりも高度な管理手法が発見されることを期待した。しかし、実際の暗号資産は、競争的ではあるが、逆にボラティリティの高さと各暗号資産間の差額の鞘取りから利益を得るものである。その市場は実物経済とは切り離されており、暗号資産間のやりとりのみから利益が生み出される。たとえば、2022 年に起きた FTX の破綻のような規模のショックがあると通常は実物経済にも大きな影響を及ぼすことになるが、実際の影響は極めて限られたものであった。むしろ、市場ではその破綻すら売買のきっかけとされている。

---

<sup>1</sup> 本研究は、基盤研究(B)「デジタル通貨がグローバルなパワー分布に与える影響」(22H00818、研究代表者:田所昌幸)の研究成果である。また、論文執筆において、田所昌幸先生、長谷川将規先生、川波竜三先生、鈴木一敏先生、八槇博史先生、相良祥之先生からは多大なるご指導を頂いた。

他方で、暗号資産のこの状態が必ずしも各国で是認されているわけではない。アメリカのようにほとんど暗号資産市場の規制を行わない国もあれば、中国(2021)やインド(2019)のように禁止した国もある。公表された主な理由は、暗号資産がマネーロンダリングや匿名の送金などを通じた犯罪組織の活動を助長することと金融秩序の攪乱への懸念が挙げられている。これには、暗号資産が実物経済に対していずれ大きな影響をもたらしたり、国家の金融政策の効果を減じたりする可能性があることへの警戒が含まれている。

しかし、他方でデジタル通貨の利便性を積極的に法定通貨に活かそうとする動きも強まっている。デジタル通貨は、集権的なサーバー管理あるいは closed blockchain システムを使えば、紙幣や硬貨の発行を伴う通常の法定通貨よりも管理が容易になると考えられる。たとえ、国境を越えて貨幣が流通したとしても、発行元である国家がその監視・管理は原理的には可能である。インターネットへの接続とスマートホン等によるデバイスの所持が生活の最低条件になりつつある世界で、国家の手を離れた民間通貨を規制しつつ、国家の管理しやすいデジタル通貨の活用を考えることが一つの流れになりつつあり、その典型例が中国によるデジタル人民元の発行計画である。

中国は、2009年7月から人民元建て貿易決済の導入をスタートし、2015年にはIMFのSDR構成通貨として採用される等の段階を経て、国際決済通貨としての地位を拡大しようとしている(関根 2023)。たとえば、2023年の4月～6月の間の中国が相手国となる二カ国間決済に限れば、49%となり、初めて米ドル建てを上回った(日本経済新聞 2023年7月24日付)。二カ国間取引とはいえ、中国との貿易の世界経済に占める割合(2018年で4.5兆ドル、シェア11%)を考えれば、すでに無視できない状況であるとも言える。

他方で、国際決済全体に占める元建ての割合は2023年度において3%に過ぎず約70%を占めるドル建てとは大きくかけ離れている。また世界の外貨準備に占める割合は2022年ですら、2.7%に過ぎない。中国の規制緩和政策は、2015年8月の為替改革を機に、資本流出を招いたこともあり部分的な規制強化も図られている。

そこで、本研究で明らかにしたいのは、人民元の国際化が今後どのように進むのか、その際に、これまで言われていたような、上海や香港などの市場の開放が寄与するのか、デジタル人民元の発行が情勢に決定的な影響を与えるのかということである。また、AIIB設立や一带一路政策などによる海外諸国への投融資が人民元の国際化に繋がるのかということも見ていきたい。

## 2 シミュレーションモデルの設定

本シミュレーションモデルは、実際の貿易収支や外貨準備高等のデータを用いたものであるが、地政学的な要素を反映するために、単なる数値計算モデルではなく、エージェントベースモデルとした。

## 2.1 基本構造

本モデルは、アメリカ、中国など46カ国を模したエージェントで構成される。46カ国としたのは後に述べるように、利用したデータの制約による。構成はヨーロッパ10カ国、アジア8カ国、南米7カ国、オセアニア3カ国、アフリカ8カ国、中近東6カ国(エジプトを含む)、イスラエルである。それぞれの国は対米、対中貿易収支を表す変数を持っている。対米収支を  $x_u$ 、対中収支を  $x_c$  で表すと、

$$x_u = (x_{u1}, x_{u2}, \dots, x_{u46}), \quad x_c = (x_{c1}, x_{c2}, \dots, x_{c46})$$

であり、 $n=1$  がアメリカ、 $n=12$  を中国を表しているので、

$$x_{u1} = 0, \quad x_{c12} = 0$$

となる。また、各国は外貨準備高の変数  $r$  を持っている。

$$r = (r_1, r_2, \dots, r_{46})$$

ただし、本モデルでは、各国はドルのみを外貨準備として持っていることとする。各国の貿易黒字および外貨準備には、米国の金利  $i$  がかかることとなる。

これらの定量的に示される変数の他に、各国は、対米、対中に関する関係性を表す変数を持っている。ここでは、政治的に同種のグループ（民主化の程度同じ）を関係性の指標としている。ここでは Polity IV project の21段階の分類を参考に関係性を定義した。具体的には各国は-10から10までの政治体制のレベルを変数  $k$  で表す。Polity IV の分類によると、アメリカ  $k_1$  は+10、中国  $k_{12}$  が-8であり、他のある国家  $n$  の関係  $\rho_n$  を、この二国との差を21で割ったもので定義する。

$$\rho_{un} = (k_1 - k_n)/21$$

また、アメリカと中近東諸国の関係を特に  $u_m$  で表す。本モデルでは、ゲームの試行の際に  $0 \leq u_m \leq 1$  の範囲でランダムに決定される。中近東以外の国は  $u_m = 1$  で表される。

逆に中国は毎回、アジア、南アメリカ、アフリカ、中近東の各国への援助額を決定する。本モデルでは、援助額の上限は操作変数  $S$  で表され、各国  $l$  への援助額  $s_l$ 、 $0 \leq s_l \leq S$  は毎回ランダムに決定される。

このモデルは、

STEP 1 貿易収支のデータの読み込み

STEP 2 関係性の変数による重み付けと中国による各国援助の決定

STEP 3 ドル・元のどちらを選択するかを判定

STEP 4 周辺各国の状況の観察による STEP3 の結果の修正

という4つのステップを1回として、200回繰り返した結果を観察する。

STEP 3 では、それぞれの評価関数  $f_u$  と  $f_c$  を決定する。

$$f_u = (1 + i)\rho_{un}u_m(x_{un} + r_n) \quad \dots \textcircled{1}$$

$$f_c = \rho_{cn}(x_{cn} + s_n) \quad \dots \textcircled{2}$$

ここで、

$$f_u - f_c \geq 0 \quad \text{であれば、ドル支持}$$

$$f_u - f_c < 0 \quad \text{であれば、元支持}$$

となる。 $i$  は米国長期金利である。

STEP 4 では、自分の評価にかかわらず、同じグループ（ヨーロッパ、アジア、南アメリカ、オセアニア、アフリカ、中近東）内で他国の支持する通貨を観察し、その結果一定の数の周辺国がどちらかの通貨を選んだ場合、自分もその貨幣に選択を合わせるような関数を入れている。これは近隣諸国と同じ決済通貨を選んだ方が、それらの国々との取引で便利であるという仮定を設定したことを意味する。

基本のモデルではデジタル通貨や暗号資産市場を一切導入していないが、これは 3.2 で追加する。

## 2.2 使用したデータ

貿易収支は UN Comtrade の 2018 年のデータを使用している。利用可能なデータは、2022 年まで存在するが、2019-2022 年は新型コロナ感染拡大期であり、特殊な要素を排除するためコロナ期に入る直前のデータを起点とした。これらの収支は、2023 年前半の米中の貿易量の拡大率 4.4% で拡大している。貿易収支が赤字の場合も、赤字が同様に拡大するとした。なお、当初は 2012 年から 2018 年までの実際の各国の貿易収支の変化率を使用していたが、国によっては貿易額がこの 10 年間で 10 倍以上増えた国があり、そのまま拡大し続けると想定することは現実ではないことから、米中の貿易収支の変化率で代替することとした。

外貨準備高は、IMF の 2018 年のデータによる。外貨準備高は国によっては増減があるが、ここでは一定であると仮定した。米国金利は、国債 10 年利回りを参考としているが、モデル中では 3.5%、5%、8% のケースを試行した。

国家間の関係性は、先述したように Polity IV project の Individual Country Regime Trends, 1946-2013 の 2013 年度の指標を使用している。使用した年が他のデータより古いですが、サンプルとして抽出した国家では政治体制として大きく変化していないと思われるので、そのまま使用した。関係性を考える際に FTA の締結相手国を考えたが、2023 年において、アメリカは 20 ヶ国、中国は 26 ヶ国と FTA を締結しているが、例えばアメリカが同盟国である日本と結んでいないなど、必ずしも政治的な関係性を示していないと判断し使用しなかった。

### 3 シミュレーションの結果

#### 3.1 基本モデルの結果

##### ①アメリカ金利の影響

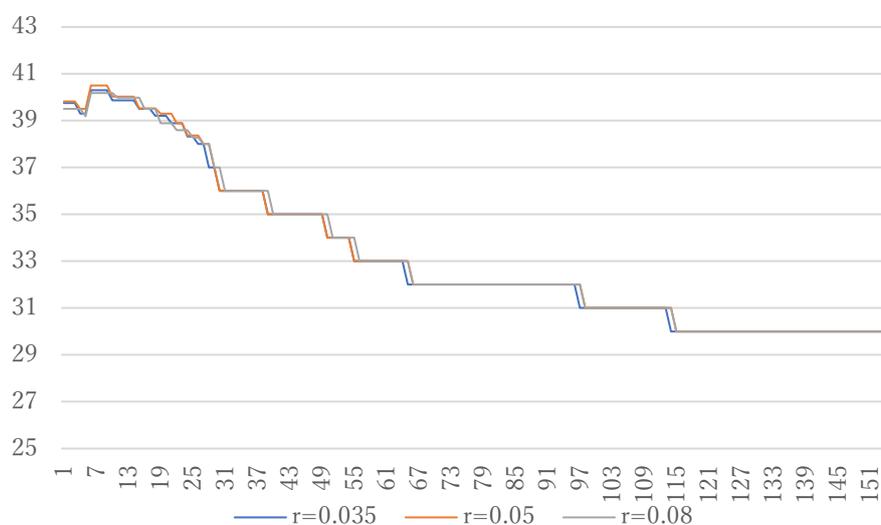


図1 米ドルを支持する国家数の推移（金利ごと）

まずアメリカの金利の影響を見てみよう。他の条件として、アメリカと中近東諸国の関係は、あまり深刻ではなく、中国の各国への援助は結果に影響を与えないほど小さいと仮定している。先述したように、ゲームが進行するにつれ、貿易収支は正にも負にも拡大する。図1は、100回同じ設定のゲームを繰り返し、その結果の平均を取ったものである。

ここでは、米国金利を3.5%、5%、8%に設定して、それによって、ドルを支持する国家数が変化するかどうかを観察した。元はドルに比べると資産運用の機会が少なく、外貨準備等を元建てで持っているインセンティブが低い。逆に言うと、ドル金利が低下すれば、元準備を持つ可能性が相対的に高くなると考えたからである。

しかし、図1に明らかなように、金利の差の影響はほとんど現れていない。各国の選択は、単純に、貿易収支に各種のウェイトを掛けただけのものであるため、ドル・元の支持は、貿易により外貨が稼ぎやすいかどうか依存する。したがって、貿易収支と外貨準備の大きさがまず重要であり、計算された結果がアメリカよりも中国の方が大きければ、元の支持に傾く。図1では、46カ国中16カ国（中国も含む）が元を支持しているが、半数には遠く及ばない。

当初は、急速にドルを支持する国家が減少するが、その勢いは徐々に少なくなり、元支持の国家が16ヶ国で停止する。当初急速に変化したのは、ローカルなネットワーク効果であろう。100回の繰り返しの中で、16ヶ国を超えたケースは1例もなかった。

表1は、実際にどの国がドル・元のいずれを支持しているのかを示したものである。本シミュレーションでは、対中黒字が対米黒字を上回ると、元支持に回るように設定されて

	1	100	200		1	100	200		1	100	200
USA	\$	\$	\$	Mongolia	\$	¥	¥	Tanzania	\$	\$	\$
Japan	\$	\$	\$	Malaysia	\$	\$	\$	South Africa	\$	\$	\$
Spain	\$	\$	\$	Indonesia	\$	\$	\$	Nigeria	\$	\$	\$
Switzerland	\$	\$	\$	India	\$	\$	\$	Mozambique	\$	\$	\$
Poland	\$	\$	\$	Russia	\$	\$	\$	Morocco	\$	\$	\$
Netherlands	¥	¥	¥	Mexico	\$	\$	\$	Kenya	\$	\$	\$
Italy	\$	\$	\$	Uruguay	\$	\$	\$	Algeria	\$	\$	\$
Germany	\$	\$	\$	Guatemala	\$	¥	¥	UAE	\$	¥	¥
France	\$	\$	\$	Colombia	\$	\$	\$	Türkiye	\$	¥	¥
Austria	\$	\$	\$	Argentina	\$	¥	¥	Saudi Arabia	¥	¥	¥
UK	\$	\$	¥	Brazil	\$	¥	¥	Oman	¥	¥	¥
China	\$	¥	¥	Chile	\$	¥	¥	Iraq	\$	¥	¥
Viet Nam	\$	\$	\$	New Zealand	\$	\$	\$	Egypt	\$	¥	¥
Singapore	\$	\$	\$	Papua New Guinea	¥	¥	¥	Israel	\$	\$	\$
Korea	\$	\$	\$	Australia	\$	¥	¥				
Philippines	\$	\$	\$	Zimbabwe	¥	\$	\$				

表1 国別支持貨幣(アメリカ金利変化)

いるため、現状でも対中黒字が大きい国は、元支持に回る。例えばイギリスは、現実的にはドルを離脱して元を決済通貨として採用することは考えにくいですが、貿易収支的には対中黒字を確保しており、もし元で外貨準備をしなくてもあまり困らない。その意味で、この表は、表面には現れない潜在的な傾向として理解すべきだろう。

他方で、中近東諸国がすべて元支持に回っているのは、アメリカとの関係性による対米収支の評価が割引かれているからである。ここでのモデルではまだ中国の対外援助の効果を勘案していない。この点については次項で説明する。中近東諸国は関係悪化を仮定していないのに、元支持に回っているのは、原油輸出による対中黒字が理由である。

この出発点とも言えるシミュレーション結果が示しているのは、貿易収支だけ考えると、元支持を打ち出す可能性のある国家は、今後約30年の間には急増するが、中国が輸出大国であり、現在対中赤字を抱えている国は黒字転換しない限りは、そのままでは状況は変化しないということである。

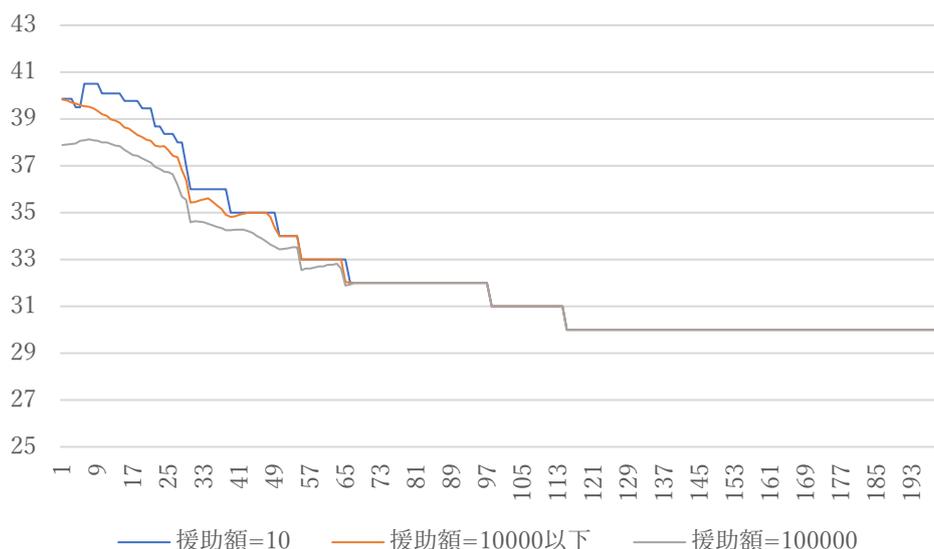


図2 中国による各国支援額の影響

②中国によるアジア・南米・アフリカ・中近東諸国支援の効果

中国は現在一帯一路政策を掲げ、発展途上国でのインフラ建設に代表される支援を積極的に行っている。中国によって投入された資金が対象国に残存している割合を示すデータは見つからなかったため、シミュレーションでは、残存割合を10%、20%、50%、80%で試行したが顕著な差はなかった。

そこで、残存率を高率の50%として、援助金額を変化させてその影響を見たものが図2、表2である。図2の単位は百万ドルである。図を見ればわかるように、援助額が拡大するにつれ、早い時期から元支持国は増えるが、最終的には16ヶ国の壁を越えられない。2021年の中国・アフリカ協力フォーラムで中国が打ち出したアフリカ全体への400億ドルなので、一国への援助としては100億ドルですでに現実よりも多い支援が行われていることになる。しかし、その10倍の金額を投入されても、元はドルと並ぶところまで支持を拡大できない。

この原因は、ベースにしている現在の数字が、例えば、タンザニアであれば、対中輸入額が、輸出額の10倍となっており、さらにその差が拡大傾向にあるなど、ここで仮定された支援だけでは埋め切れていないことにある。中近東の原油のようにすでに重要な輸出商品がある場合は、対中黒字に転じやすいが、開発と資源輸出の本格増加がこれからであるアフリカ諸国では当面黒字化しないと思われ、それが外貨獲得につながらず、元支持に転換できない理由であると思われる。

最終的に元を支持している国家は、基本的な先ほどとあまり変わらない。中国に対して、貿易収支が黒字になる国家が元を支持してもいいと考えるという点では同じである。

### 3.2 暗号資産市場の導入

ここまで本シミュレーションモデルの基本的な挙動を見てきたが、ここからは本研究の目標でもあるデジタル通貨が導入されたケースについて考えてみよう。元がデジタル貨幣化した場合でも、現状では元自体を投機の対象となることが許容されるとは想定しがたい。デジタル人民元が発行された場合でも、実物経済に対しては安定的に運用されると考えられる。しかし、デジタル通貨の長所（取引コストの低減、交換実行の即時性等）は活かされることとなる。現在、デジタル通貨はボラティリティの高い暗号資産と、ボラティリティの低い stable coin を組み合わせて運用される。stable coin は通常はドルなどの法定通貨との一定の交換比率を保証している。stable coin の発行者は通常は一定の法定通貨をリザーブしていることを求められる。つまり、ボラティリティの高い暗号資産→ボラティリティの低い stable coin→ドルを保証することで、顧客に対して高いボラティリティの商品でも、安全性を示すことができる。現在は、ドルはデジタル貨幣化されていないので、精算時の瞬時性に劣ることになるので、コンピュータ上の AI によるフラッシュ取引が主流の現在の金融市場では、stable coin を挟んだ方が効率よい取引を繰り返すことができる。ドルがデジタル化されず、人民元だけがデジタル化された場合の一つのアドバンテージが、人民元が stable coin の役割を果たせば、暗号資産から直接法定通貨に交換できることになり、さらにコストカットが期待できる。

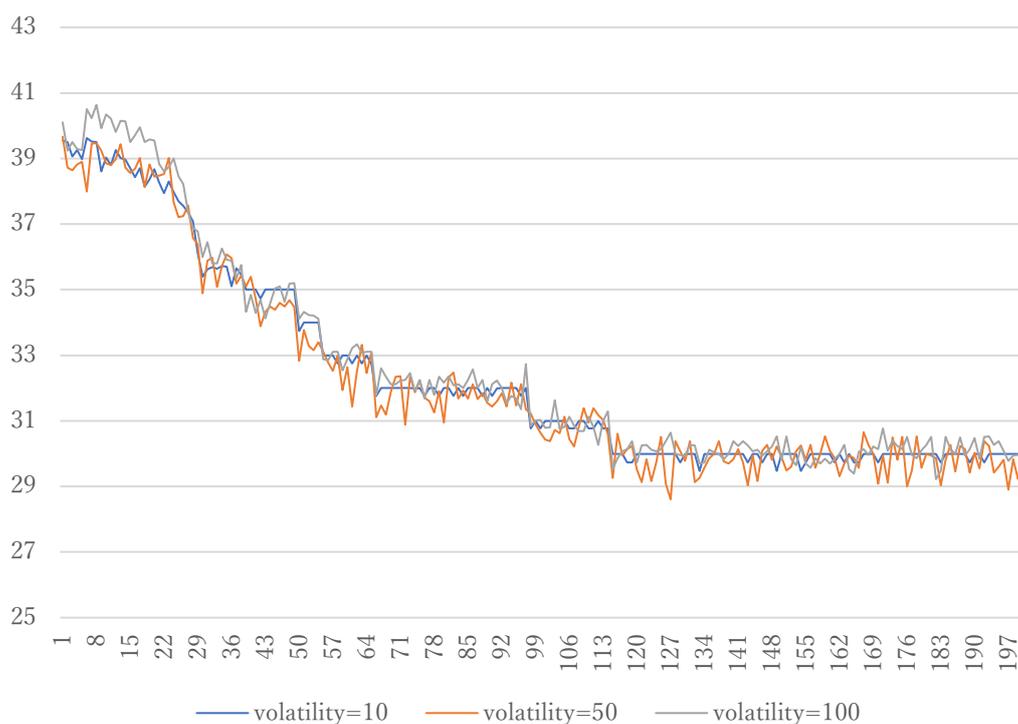


図3 暗号資産市場と連結

ここでは、簡略化のために、暗号資産は元との交換でのみ運用され、ドルを所持している場合は、5%の金利がかかるとする。暗号資産市場には 100 名の参加者があり、暗号資産価格が一定率上がれば元を使って購入し、一定率下がれば売却して元に換え利ざやを稼ぐ。価格は、与えられた変動率でランダムに決定されるとする。1 ゲームあたり 100 回取引を行いすべての参加者の平均利益率を算出する。この平均利益率を各国が持っている対中黒字に掛ける。算出された暗号資産の利益率を  $a$  とすると、

$$f_c = (1 + a)\rho_{cn}(x_{cn} + s_n) \quad \dots \textcircled{2}$$

である。

図 3 を見ればわかるように、これまでとは明らかに挙動が異なる。暗号資産の価格のボラティリティが大きくなるにつれ、各ゲームで元を支持する国家の数の変動も大きくなる。このグラフは 100 回のゲームの平均で取っているものなので、個々の結果の変動幅はもっと大きなものとなる。これは、各国の元の総価値が暗号資産との売買の中で変化していることを意味している。

ここでも 16 ケ国の壁を越えることができない。これはやはり対中黒字で元を獲得するすべを持っていない国は、デジタル人民元が発行されたとしても、暗号資産市場と接続される恩恵を受けられないからである。

### 3.3 対中黒字の拡大モデル

ここまでのモデルでは、現状でもある程度元を国際通貨として受容する傾向はあるが、ドルに並ぶほどではないことが示唆されている。このモデルでは、16 ケ国の壁を越えられない。それでは元は貿易量の拡大し、今後も中国が世界政治経済に強い影響力を持ったとしてもドルに並ぶことはできないのだろうか。

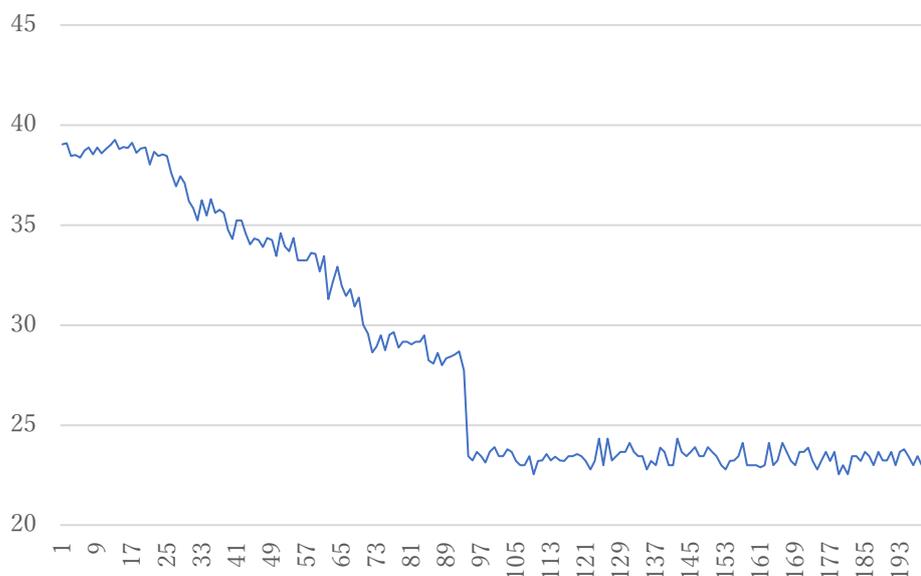


図 4 対中黒字拡大

ここまでのモデルは現在のデータを元にしてしているため、現在対中赤字を抱えている国は今後も赤字が続くと仮定されていた。そこで最後に、例えば、インフラ整備が進み、発展途上国が資源開発に成功するなどして、中国への輸出が増えた結果、対中黒字が生じるようになるケースを考えてみよう。暗号資産市場とは接続したままとする（ボラティリティは100%以下）。

これまでも示唆してきたように、対中黒字が生じるモデルでは、外貨準備を恒常的に獲得できるため、最終的には23か国が元支持に回り、ドル支持国と拮抗することになる

(図4)。図中のゲーム91から92で大きなギャップが見られるが、ここではネットワーク効果で閾値を超えた南米とオセアニアが一気に元支持に回ったためである。

#### 4 結論

本シミュレーションでは、CBDCとしてのデジタル人民元が登場した場合の国際決済通貨体制への影響を見てきた。結論としては、デジタル人民元が登場し、暗号資産市場とつながることで、各国の元建ての資産状況が不安定になる可能性があることは分かったが、国際決済通貨としての地位をドルと二分するほどではないことを見た。むしろ、デジタルか否かにかかわらず、現在多くの対中赤字を抱えている地域が、黒字化するようになる(中国からみると、貿易赤字を抱え込むことになる)ことが、人民元に対する国際的な需要を増やすことが示されている。

また、現在の一帯一路政策だけで、各国が人民元サイドに回ることはなく、中国の援助によって、資源開発や産業発展が起こり、中国あるいは先に元通貨圏になった地域への輸出が増えなければ、元が今以上に重要な国際通貨になることはない。裏を返せば、ドルが現在の地位を失わないためには、貿易関係を相殺してしまうような国家間関係にならないようにすることがポイントになる。表1で見たように、アメリカに対して負の関係性を持つ可能性がある中近東は、現状でも元支持に回る可能性がある。

ここでのシミュレーションは、貿易量や外貨準備などに実際のデータを用いているが、これ自体が実際の国際関係を表しているわけではないことに注意が必要である。便宜上、本文で実際の国名を用いたが、本シミュレーションでは勘案されていない要素も多く、現実社会を反映したリアリスティックシミュレーションではないことに注意が必要である。

#### 参考文献

関根栄一「中国の人民元建て貿易決済の導入と人民元の国際化」、『季刊中国資本市場研究』, 冬, 31-45, 2010。

関根栄一「関根栄一 - フィナンシャル・レビュー, 2023」, 『フィナンシャル・レビュー』, 207-40, 2023