Realignment of variable loops of tRNAs, the 3-31 nt minihelix theorem and consequences for the origin of life

Lei Lei 1, Zachary Frome Burton 2,\*

1 School of Biological Sciences, University of New England, Biddeford, ME, USA 04005; llei@une.edu

2 Department of Biochemistry and Molecular Biology, Michigan State University, E. Lansing, MI, USA 48824-1319; burton@msu.edu

**\*** Correspondence: burton@msu.edu; 1-517-881-2243

Supplementary File #2: Archaeal tRNASer. A collection of tRNASer sequences from Archaea (<http://trnadb.bioinf.uni-leipzig.de/> ). V loop sequences are highlighted in yellow.

>tdbD00009775|Aeropyrum\_pernix\_K1|272557|Ser|CGA

GCCGGGGTGGCCGAGC--GGCCCAAGGCGGCGGGCTCGAGACCCGTTGCCCCGCGAGGGGCGC GCGGGTTCGAATCCCGCCCCCGGCGCC-

T(((((\*\*\*\*)))))\*C

>tdbD00009776|Aeropyrum\_pernix\_K1|272557|Ser|GCT

GCCGCGGTCGCCTAGCCTGGCC-AGGGCGCCGGCCTGCTAAGCCGGTGGGGGAGACCCCGC GCGGGTTCAAATCCCGCCCGCGGCGCC-

T((((\*\*\*\*))))\*C

>tdbD00009777|Aeropyrum\_pernix\_K1|272557|Ser|GGA

GCCGGGGTGCCCGAGC--GGTCCAAGGGGACGGGCTGGAGACCCGTTGCCCCGCGAGGGGCGC GCGGGTTCGAATCCCGCCCCCGGCGCC-

T(((((\*\*\*\*)))))\*C

>tdbD00009778|Aeropyrum\_pernix\_K1|272557|Ser|TGA

GCCGGGGTGGCCGAGC--GGCCCAAGGCGGCGGGCTTGAGACCCGTTGCCCCGCGAGGGGCGC GCGGGTTCGAATCCCGCCCCCGGCGCC-

T(((((\*\*\*\*)))))\*C

>tdbD00002606|Archaeoglobus\_fulgidus|2234|Ser|CGA

GCCGGGGTTGCAGAGCCAGGCC-ACTGCGGGAGACTCGAGATCTCCTGCCCGAAAGGGCGC GTGGGTTCGAATCCCACCCCCGGCG---

T((((\*\*\*\*))))\*C

>tdbD00002604|Archaeoglobus\_fulgidus|2234|Ser|GCT

GCCGGGGTTGCCGAGC--GGT--AAGGCGACGGCCTGCTAAGCCGTTGGGCGTTGCCCGC GTGGGTTCGAATCCCACCCCCGGCG---

T((((\*\*\*))))\*C

>tdbD00002607|Archaeoglobus\_fulgidus|2234|Ser|GGA

GCCGGGGTTGCCGAGC--GGT--AAGGCGCACGCCTGGAGAGCGTGTGGGCGTTCGCCCGC GTGGGTTCGAATCCCACCCCCGGCG---

T((((\*\*\*\*))))\*C

>tdbD00002605|Archaeoglobus\_fulgidus|2234|Ser|TGA

GCCGGGGTTGCAGAGA--GGT--ACTGCGCCAGCCTTGAGAGCTGGTGCCCGTAAGGGCTC CTGGGTTCAAATCCCAGCCCCGGCG---

T((((\*\*\*\*))))\*C

>tdbD00009779|Archaeoglobus\_fulgidus\_DSM\_4304|224325|Ser|CGA

GCCGGGGTTGCAGAGCCAGGCC-ACTGCGGGAGACTCGAGATCTCCTGCCCGAAAGGGCGC GTGGGTTCGAATCCCACCCCCGGCG---

T((((\*\*\*\*))))\*C

>tdbD00009780|Archaeoglobus\_fulgidus\_DSM\_4304|224325|Ser|GCT

GCCGGGGTTGCCGAGC--GGT--AAGGCGACGGCCTGCTAAGCCGTTGGGCGTTGCCCGC GTGGGTTCGAATCCCACCCCCGGCG---

T((((\*\*\*))))\*C

>tdbD00009781|Archaeoglobus\_fulgidus\_DSM\_4304|224325|Ser|GGA

GCCGGGGTTGCCGAGC--GGT--AAGGCGCACGCCTGGAGAGCGTGTGGGCGTTCGCCCGC GTGGGTTCGAATCCCACCCCCGGCG---

T((((\*\*\*\*))))\*C

>tdbD00009782|Archaeoglobus\_fulgidus\_DSM\_4304|224325|Ser|TGA

GCCGGGGTTGCAGAGA--GGT--ACTGCGCCAGCCTTGAGAGCTGGTGCCCGTAAGGGCTC CTGGGTTCAAATCCCAGCCCCGGCG---

T((((\*\*\*\*))))\*C

>tdbD00002608|Haloarcula\_marismortui|2238|Ser|GCT

GTCGTGGTAGCCAAGCCTGGCCCAAGGCGCAGGGTTGCTAACTCTGTGGCGTACAGCCTC CGGGGTTCGAATCCCCGCCACGACG---

T(((\*\*\*\*\*)))\*C

>tdbD00009783|Halobacterium\_sp.\_NRC-1|64091|Ser|CGA

GCCGAGGTAGCCTAGCCTGGCC-AAGGCGGTTGCTTCGAGAGCAACTGTCCACACGGACTC AGGAGTTCAAATCTCCTCCTCGGCG---

T((((\*\*\*\*))))\*C

>tdbD00009784|Halobacterium\_sp.\_NRC-1|64091|Ser|GCT

GTCGTGGTAGCCTAGCCTGGTC-AAGGCGCAGGGTTGCTAACTCTGTGGCGTAAGCCTC CGGGGTTCAAATCCCCGCCACGACG---

T(((\*\*\*\*)))\*C

>tdbD00009785|Halobacterium\_sp.\_NRC-1|64091|Ser|GGA

GCCGGGATGGCCGAAT--GGC--AAAGCGCACGCCTGGAAAGCGTGTCCCCTTACGGGGTT CAGGGTTCAAATCCCTGTCCCGGCG---

T((((\*\*\*\*))))\*T

>tdbD00009786|Halobacterium\_sp.\_NRC-1|64091|Ser|TGA

GGTGAGGTGGCAGAGC--GGCCTATTGCGCCGGTCTTGAAAACCGGTGGCGTCACGCCTC CTGGGTTCGAATCCCAGCCTCACCG---

T((((\*\*\*))))\*C

>tdbD00002609|Methanocaldococcus\_jannaschii|2190|Ser|GCT

GCGGGGGTGGCCCAGCCTGGT--ACGGCGTGGGACTGCTAATCCCATTGGGCAACGCCCAGC CCGGGTTCAAGTCCCGGCCCCCGCG---

T(((((\*\*\*)))))\*C

>tdbD00002611|Methanocaldococcus\_jannaschii|2190|Ser|GGA

GCGGAGGTAGCCTAGCCCGGCC-AAGGCGTGGGACTGGAGATCCCATGGGCTTTGCCCGC GGGGGTTCAAATCCCCCCCTCCGCG---

T((((\*\*\*))))\*C

>tdbD00002610|Methanocaldococcus\_jannaschii|2190|Ser|TGA

GCAGGGGTAGCCAAGCCAGGACTACGGCGCTGGACTTGAGATCCAGTGGGGCTTTGCCCCGC CTGGGTTCAAATCCCAGCCCCTGCG---

T(((((\*\*\*)))))\*C

>tdbD00009790|Methanocaldococcus\_jannaschii\_DSM\_2661|243232|Ser|GCT

GCGGGGGTGGCCCAGCCTGGT--ACGGCGTGGGACTGCTAATCCCATTGGGCAACGCCCAGC CCGGGTTCAAGTCCCGGCCCCCGCG---

T(((((\*\*\*)))))\*C

>tdbD00009791|Methanocaldococcus\_jannaschii\_DSM\_2661|243232|Ser|GGA

GCGGAGGTAGCCTAGCCCGGCC-AAGGCGTGGGACTGGAGATCCCATGGGGCTTTGCCCCGC GGGGGTTCAAATCCCCCCCTCCGCGCC-

T(((((\*\*\*)))))\*C

>tdbD00009792|Methanocaldococcus\_jannaschii\_DSM\_2661|243232|Ser|TGA

GCAGGGGTAGCCAAGCCAGGACTACGGCGCTGGACTTGAGATCCAGTGGGGCTTTGCCCCGC CTGGGTTCAAATCCCAGCCCCTGCGCC-

T(((((\*\*\*)))))\*C

>tdbD00011846|Methanococcus\_aeolicus\_Nankai-3|419665|Ser|GCT

GCGGAGATGGCCCAGTCTGGT--ACGGCGCGGGACTGCTAATCCCGTTGGGCTTTGCCCAAC CCGAGTTCAAATCTCGGTCTCCGCG---

T(((((\*\*\*)))))\*C

>tdbD00011871|Methanococcus\_aeolicus\_Nankai-3|419665|Ser|GGA

GCAGAGATAGTCTAGCTCGGT--AAGGCGTGGGACTGGAAATCCCATGGGGCTTTGCTCCGC GGGGGTTCAAATCCCCCTCTCTGCG---

T(((((\*\*\*)))))\*C

>tdbD00011870|Methanococcus\_aeolicus\_Nankai-3|419665|Ser|TGA

GCAGAGGTGGTCGAGCTTGGACTATGGCGCCGGACTTGAAATCCGGTGGAGCTTTGCTCCGC AAGGGTTCAAATCCCTTCCTCTGCG---

T(((((\*\*\*)))))\*C

>tdbD00009793|Methanococcus\_maripaludis|39152|Ser|GCT

GCGGAGATGGCCCAGTCTGGT--ACGGCGCGGGACTGCTAATCCCGTTACGCTCTGCGTAAC CCGAGTTCAAATCTCGGTCTCCGC----

T(((((\*\*\*)))))\*C

>tdbD00009794|Methanococcus\_maripaludis|39152|Ser|GGA

GCAGAGATAGTCTAGCCTGGG--AAGGCGTACGGCTGGAAACCGTATGAGGCTTTGCCTCCC GGGGGTTCAAATCCCCCTCTCTGCGCC-

T(((((\*\*\*)))))\*C

>tdbD00009795|Methanococcus\_maripaludis|39152|Ser|TGA

GCAGAGGTGGTTGAGCTTGGCCAAAGGCGCCGGACTTGAAATCCGGTTCTCCACTGGGGAGC GGGGGTTCAAATCCCTCCCTCTGC----

T(((((\*\*\*)))))\*C

>tdbD00002613|Methanopyrus\_kandleri|2320|Ser|TGA

GCCGGGGCGGCCGAGCCCGGTCCAAGGCGCGGGACTTGAGATCCCGTGGCCCGTATGGGCCGC CCGGGTTCAAATCCCGGCCCCGGCGCCA

T(((((\*\*\*\*)))))\*C

>tdbD00009966|Methanopyrus\_kandleri\_AV19|190192|Ser|GCT

GCCGGGGCGGCCGAGCCCGGTCCAAGGCGCGGGACTGCTAATCCCGTGGCCCGTATGGGCCGC CCGGGTTCAAATCCCGGCCCCGGCGCCA

T(((((\*\*\*\*)))))\*C

>tdbD00009965|Methanopyrus\_kandleri\_AV19|190192|Ser|GGA

GCCGGGGCGGCCGAGCCCGGTCCAAGGCGCGGGATTGGAGATCCCGTGGCCCGTATGGGCCGC CCGGGTTCAAATCCCGGCCCCGGCGCCA

T(((((\*\*\*\*)))))\*C

>tdbD00009964|Methanopyrus\_kandleri\_AV19|190192|Ser|TGA

GCCGGGGCGGCCGAGCCCGGTCCAAGGCGCGGGACTTGAGATCCCGTGGCCCGTATGGGCCGC CCGGGTTCAAATCCCGGCCCCGGCGCCA

T(((((\*\*\*\*)))))\*C

>tdbD00011920|Methanosarcina\_acetivorans\_C2A|188937|Ser|CGA

GCCCAGGTCGTCTAGT--GGT--ATGGCGACGGTCTCGAAAACCGTTCCCTTTGGGATC GCAGGTTCAAATCCTGCCCTGGGCG---

T(((\*\*\*)))\*\*C

>tdbD00011896|Methanosarcina\_acetivorans\_C2A|188937|Ser|GCT

GACGAGATAGCCAAGCCCGGT--ATGGCGTGGGATTGCTAATCCCATGATGCCCTGCATCGC GGGGGTTCGAGTCCCCCTCTCGTCG---

T(((((\*\*\*)))))\*C

>tdbD00011882|Methanosarcina\_acetivorans\_C2A|188937|Ser|GGA

GCCGAGGTAGTCTAGC--GGT--AGGGCGCAAGCCTGGAAAGCTTGTGGGGCTTAGCCCCTC GGGAGTTCAAATCTCCCCCTCGGCG---

T(((((\*\*\*)))))\*C

>tdbD00011912|Methanosarcina\_acetivorans\_C2A|188937|Ser|TGA

GCTGAGGTAGCCAAGC--GGACCACGGCGCCGGTCTTGAAAACCGGTAGCGCCACGCGCTAC GGGAGTTCGAATCTCCCCCTCAGCG---

T(((((\*\*\*)))))\*C

>tdbD00009910|Methanosarcina\_mazei\_Go1|192952|Ser|CGA

GCCCAGGTCGTCTAGC--GGT--ATGGCGACGGTCTCGAAAACCGTTCCCCTTGGGATC GCAGGTTCGAATCCTGCCCTGGGCA---

T(((\*\*\*)))\*\*C

>tdbD00009911|Methanosarcina\_mazei\_Go1|192952|Ser|GCT

GACGAGATAGCCAAGCCCGGT--ATGGCGCGGGATTGCTAATCCCGTGATGCTCCGCATCCC GGGGGTTCGAGTCCCCCTCTCGTCG---

T(((((\*\*\*)))))\*C

>tdbD00009912|Methanosarcina\_mazei\_Go1|192952|Ser|GGA

GCCGAGGTAGTCTAGT--GGT--AGGGCGCAAGCCTGGAAAGCTTGTGGGGCTTAGCCCCTC GGGAGTTCGAATCTCCCCCTCGGCG---

T(((((\*\*\*)))))\*C

>tdbD00009913|Methanosarcina\_mazei\_Go1|192952|Ser|TGA

GCTGAGGTAGCCAAGC--GGACCACGGCGCCGGTCTTGAAAACCGGTAGCGCTACGCGCTAC GGGAGTTCGAATCTCTCCCTCAGCG---

T(((((\*\*\*)))))\*C

>tdbD00011969|Methanospirillum\_hungatei\_JF-1|323259|Ser|CGA

GCCGAGGTAGTCTAGTCCGGG--AAGGCGGTGGTCTCGAAAACCACTGGTGGTAACACCTC GGGAGTTCAAATCTCCCCTTCGGCG---

T((((\*\*\*\*))))\*C

>tdbD00011955|Methanospirillum\_hungatei\_JF-1|323259|Ser|GCT

GTTGAGGTAGCCAAGCCAGGT--ATGGCGCAGGGTTGCTAACCCTGTGTCCCTTGGGACTC GGGGGTTCAAATCCCTCCCTCAACG---

T(((((\*\*)))))\*C

>tdbD00011946|Methanospirillum\_hungatei\_JF-1|323259|Ser|GGA

GCTGAGGTAGTCTAGTCTGGG--AAGGCGCAAGATTGGAAATCTTGTGGGAGCAATCCCTC GGGAGTTCAAATCTCCCCCTTAGCG---

T((((\*\*\*\*))))\*C

>tdbD00011936|Methanospirillum\_hungatei\_JF-1|323259|Ser|TGA

GCCGAGATAGTCTAGTCCGGG--AAGGCGGTGGTCTTGAAAACCACTGGTGGTAACACCTC GGGAGTTCAAATCTCCCTTTCGGCG---

T((((\*\*\*\*))))\*C

>tdbD00009787|Methanothermobacter\_thermautotrophicus\_str.\_Delta\_H|187420|Ser|GCT

GCCGGGGTGGCCCAGTCTGGT--ACGGCGTTGGCCTGCTAAGCCAATGATCCTTTGGATCTC GCGGGTTCAAATCCCGTCCCCGGCG---

T(((((\*\*\*)))))\*C

>tdbD00009788|Methanothermobacter\_thermautotrophicus\_str.\_Delta\_H|187420|Ser|GGA

GCCGGGATAGCCTAGCCAGGT--AAGGCGCAAGACTGGAAATCTTGTGGAGCTTTGCTCCTC CTGGGTTCAAATCCCAGTCCCGGCG---

T(((((\*\*\*)))))\*C

>tdbD00009789|Methanothermobacter\_thermautotrophicus\_str.\_Delta\_H|187420|Ser|TGA

GCCGGGATAGCCTAGCCAGGT--AAGGCGCGGGACTTGAGATCCCGTGGAGATTCTCTCCGC CTGGGTTCAAATCCCAGTCCCGGCG---

T(((((\*\*\*)))))\*C

>tdbD00002612|Methanothermus\_fervidus|2180|Ser|GCT

GCCGGGGTGGCCCAGCCTGGT--AGGGCGTCGGCCTGCTAAGCCGATGATCCGTTAAGGATCGCGCGGGTTCAAATCCCGTCCCCGGCG---

T(((((\*\*\*\*\*)))))\*C

>tdbD00011991|Nanoarchaeum\_equitans\_Kin4-M|228908|Ser|CGA

GCCGCCGTGCCCGAGC--GGCCCAAGGGGGAGGGCTCGAGACCCTCTCCCCGCCAAGGGGGC GGGGGTTCGAATCCCCCCGGCGGCG---

T((((\*\*\*\*\*))))\*C

>tdbD00011988|Nanoarchaeum\_equitans\_Kin4-M|228908|Ser|GCT

GCCGCCGTGCCCGAGC--GGTC-AAGGGGCCTGCCTGCTAAGCAGGTCCCCGTATGGGGGC GGGGGTTCGAATCCCCCCGGCGGCG---

T((((\*\*\*\*))))\*C

>tdbD00012000|Nanoarchaeum\_equitans\_Kin4-M|228908|Ser|GGA

GCCGCCGTGCCCGAGC--GGACCAAGGGGTTCGGCTGGAGACCGAATCCCCGATAAGGGGGC GGGGGTTCGAATCCCCCCGGCGGCG---

T((((\*\*\*\*\*))))\*C

>tdbD00011984|Nanoarchaeum\_equitans\_Kin4-M|228908|Ser|TGA

GCCGCCGTGCCCGAGC--GGACCAAGGGGTTCGGCTTGAGACCGAATCCCCGATAAGGGGGC GGGGGTTCGAATCCCCCCGGCGGCG---

T((((\*\*\*\*\*))))\*C

>tdbD00009796|Pyrobaculum\_aerophilum\_str.\_IM2|178306|Ser|CGA

GCCGGGGTGGCCGAGC--GGCCCAAGGCGCGGGACTCGAGATCCCGTCCCCGTCCAGGGGGC GTGGGTTCAAATCCCACCCCCGGCG---

T((((\*\*\*\*\*))))\*C

>tdbD00009797|Pyrobaculum\_aerophilum\_str.\_IM2|178306|Ser|GCT

GCCGGGGTGGCCGAGTT-GGTCCAAGGCGCGGGCCTGCTAAGCCCGTCCCCATACGGGGGC GTGGGTTCAAATCCCACCCCCGGCG---

T((((\*\*\*\*))))\*C

>tdbD00009798|Pyrobaculum\_aerophilum\_str.\_IM2|178306|Ser|GGA

GCCGGGGTGGCCGAGC--GGCCCAAGGCGCGGGACTGGAGATCCCGTCCCCGTCTAGGGGGC CCGGGTTCAAATCCCGGCCCCGGCG---

T((((\*\*\*\*\*))))\*C

>tdbD00009799|Pyrobaculum\_aerophilum\_str.\_IM2|178306|Ser|TGA

GCCGGGGTGGCCGAGC--GGCCCAAGGCGCGGGACTTGAGATCCCGTCCCCGTCCAGGGGGC GTGGGTTCAAATCCCACCCCCGGCGCCA

T((((\*\*\*\*\*))))\*C

>tdbD00009800|Pyrococcus\_abyssi\_GE5|272844|Ser|CGA

GCCGGGGTAGCCTAGCCAGGG--AAGGCGCGGGACTCGAGATCCCGTGGGCGTTCGCCCAC CGGGGTTCAAATCCCCGCCCCGGCGCC-

T((((\*\*\*\*))))\*C

>tdbD00009801|Pyrococcus\_abyssi\_GE5|272844|Ser|GCT

GCCGCGGTAGCCTAGCCTGGT--AGGGCGCCGGCCTGCTAAGCCGGTGGGCGTGGTCCCGC CGGGGTTCAAATCCCCGCCGCGGCGCC-

T(((\*\*\*\*\*\*)))\*C

>tdbD00009802|Pyrococcus\_abyssi\_GE5|272844|Ser|GGA

GCCGGGGTAGCCTAGCCAGGG--AAGGCGCGGGCCTGGAGAGCCCGTGGGCGTTCGCCCAC CGGGGTTCAAATCCCCGCCCCGGCGCC-

T(((((\*\*)))))\*C

>tdbD00009803|Pyrococcus\_abyssi\_GE5|272844|Ser|TGA

GCCGGGATAGCCTAGCCTGGT--AGGGCGCGGGCCTTGAGAGCCCGTGGGCGTTTGCCCGC CGGGGTTCAAATCCCCGTCCCGGCGCC-

T((((\*\*\*\*))))\*C

>tdbD00009804|Pyrococcus\_furiosus\_DSM\_3638|186497|Ser|CGA

GCCGGGGTAGCCTAGTCAGGG--AAGGCGCGGGACTCGAGATCCCGTGGGCGTTCGCCCGC CGGGGTTCAAATCCCCGCCCCGGCGCC-

T(((((\*\*)))))\*C

>tdbD00009805|Pyrococcus\_furiosus\_DSM\_3638|186497|Ser|GCT

GCCGCGGTAGCCTAGCCTGGT--AGGGCGCCGGCCTGCTAAGCCGGTGGGCGTGGTCCCGC CGGGGTTCAAATCCCCGCCGCGGCGCC-

T(((((\*\*\*))))\*C

>tdbD00009806|Pyrococcus\_furiosus\_DSM\_3638|186497|Ser|GGA

GCCGGGGTAGCCTAGCCAGGG--AAGGCGCGGGCCTGGAGAGCCCGTGGGCGTTCGCCCAC CGGGGTTCAAATCCCCGCCCCGGCGCC-

T(((((\*\*)))))\*C

>tdbD00009807|Pyrococcus\_furiosus\_DSM\_3638|186497|Ser|TGA

GCCGGGATAGCCTAGCCTGGT--AGGGCGCGGGCCTTGAGAGCCCGTGGGCGTTTGCCCGC CGGGGTTCAAATCCCCGTCCCGGCGCC-

T((((\*\*\*\*))))\*C

>tdbD00009808|Pyrococcus\_horikoshii\_OT3|70601|Ser|CGA

GCCGGGGTAGCCTAGCCTGGG—-AAGGCGCGGGACTCGAGATCCCGTGGGCGTGGTCCCAC CGGGGTTCAAATCCCCGCCCCGGCGCCA

T(((\*\*\*\*\*\*)))\*C

>tdbD00009809|Pyrococcus\_horikoshii\_OT3|70601|Ser|GCT

GCCGCGGTAGCCTAGCCTGGT—-AGGGCGCCGGCCTGCTAAGCCGGTGGGCGTGGTCCCGC CGGGGTTCAAATCCCCGCCGCGGCGCCA

T(((\*\*\*\*\*\*)))\*C

>tdbD00009810|Pyrococcus\_horikoshii\_OT3|70601|Ser|GGA

GCCGGGGTAGCCTAGCCTGGG—-AAGGCGCGGGCCTGGAGAGCCCGTGGGCGTTTGCCCAC CGGGGTTCAAATCCCCGCCCCGGCGCCA

T((((\*\*\*\*))))\*C

>tdbD00009811|Pyrococcus\_horikoshii\_OT3|70601|Ser|TGA

GCCGGGATAGCCTAGCCTGGT—-AGGGCGCGGGCCTTGAGAGCCCGTGGGCGTTTGCCCGC CGGGGTTCAAATCCCCGTCCCGGCGCCA

T((((\*\*\*\*))))\*C

>tdbD00012015|Staphylothermus\_marinus\_F1|399550|Ser|CGA

GCCGGGGTGCCCGAGC—-GGACTAAGGGGGTAGGCTCGAGACCTACTGCCCCGCGGAGGGGCGCGCGGGTTCGAATCCCGCCCCCGGCGCCA

T(((((\*\*\*\*\*)))))\*C

>tdbD00012028|Staphylothermus\_marinus\_F1|399550|Ser|GCT

GCCGGGGTCGCCTAGCCTGGT--AGGGCGCCGGCCTGCTAAGCCGGTGGGGTGGTTCCCCGC GCGGGTTCAAATCCCGCCCCCGGCG---

T((((\*\*\*\*\*))))\*C

>tdbD00012025|Staphylothermus\_marinus\_F1|399550|Ser|GGA

GCCGGGGTGCCCGAGC—-GGACTAAGGGGCTGGCCTGGAGAGCCAGTGCCCCATACGGGGCGC GCGGGTTCGAATCCCGCCCCCGGCGCCA

T(((((\*\*\*\*)))))\*C

>tdbD00012031|Staphylothermus\_marinus\_F1|399550|Ser|TGA

GCCGGGGTGCCCGAGC—-GGTCTAAGGGGCTGGCCTTGAGAGCCAGTGGGCCAAGGGGCCCGC GCGGGTTCGAATCCCGCCCCCGGCGCCA

T(((((\*\*\*\*)))))\*C

>tdbD00012060|Sulfolobus\_acidocaldarius\_DSM\_639|330779|Ser|CGA

GCCGGGGTGCCCGAGC--GGACCAAGGGGGTAGGCTCGAGACCTACTGCCTCTCCGAGGCAC GCGGGTTCAAATCCCGCCCCCGGCG---

T(((((\*\*\*)))))\*C

>tdbD00012097|Sulfolobus\_acidocaldarius\_DSM\_639|330779|Ser|GCT

GCCGGGGTCGCCTAGCTCGGT—-AGGGCGGAGGCCTGCTAAGCCTCTGGGGTCCCACCCCGC GCGGGTTCAAATCCCGCCCCCGGCGCCA

T(((((\*\*\*)))))\*C

>tdbD00012088|Sulfolobus\_acidocaldarius\_DSM\_639|330779|Ser|GGA

GCCGGGGTGCCCGAGT--GGACTAAGGGGCTGGCCTGGAGAGCCAGTGTGGATCTTCCACGC GCGGGTTCAAATCCCGCCCCCGGCG---

T(((((\*\*\*)))))\*C

>tdbD00012083|Sulfolobus\_acidocaldarius\_DSM\_639|330779|Ser|TGA

GCCGGGGTGCCCGAGC--GGTCCAAGGGGCTGGCCTTGAGAGCCAGTAGGGTTATCCCTGC GTGGGTTCAAATCCCACCCCCGGCG---

T((((\*\*\*\*))))\*C

>tdbD00002614|Sulfolobus\_solfataricus|2287|Ser|CGA

GCCGGGGTGCCCGAGC--GGACCAAGGGGGTAGGCTCGAGACCTACTGCCTCTCCGAGGCAC GCGGGTTCAAATCCCGCCCCCGGCG---

T(((((\*\*\*)))))\*C

>tdbD00009812|Sulfolobus\_solfataricus\_P2|273057|Ser|CGA

GCCGGGGTGCCCGAGC--GGTC-AAGGGGGTAGGCTCGAGACCTACTGCCTCTCTGAGGCAC ACGGGTTCGAATCCCGTCCCCGGC----

T(((((\*\*\*)))))\*C

>tdbD00009813|Sulfolobus\_solfataricus\_P2|273057|Ser|GCT

GCCGAGGTCGCCTAGCCAGGT--AGGGCGGCGGCCTGCTAAGCCGCTGGGGATCCTCCCCAC GCGGGTTCAAATCCCGCCCTCGGC----

T(((((\*\*\*)))))\*C

>tdbD00009814|Sulfolobus\_solfataricus\_P2|273057|Ser|GGA

GCCGGGGTGCCCGAGC--GGACTAAGGGGCTGGCCTGGAGAGCCAGTGGGGGTTTCCCCGC GCGGGTTCAAATCCCGCCCCCGGC----

T((((\*\*\*\*))))\*C

>tdbD00009815|Sulfolobus\_solfataricus\_P2|273057|Ser|TGA

GCCGGGGTGCCCGAGT--GGTCCAAGGGGCTGGCCTTGAGAGCCAGTAGGTGTCTAGCCTGC GCGGGTTCAAATCCCGCCCCCGGC----

T((((\*\*\*\*\*))))\*C

>tdbD00009939|Sulfolobus\_tokodaii\_str.\_7|273063|Ser|CGA

GCCGGGGTGCCCGAGC--GGACTAAGGGGGTAGGCTCGAGACCTACTGCCCCTATGGGGCAC GCGGGTTCAAATCCCGCCCCCGGCG---

T(((((\*\*\*)))))\*C

>tdbD00009940|Sulfolobus\_tokodaii\_str.\_7|273063|Ser|GCT

GCCGGGGTCGCCTAGCCCGGTT-AGGGCGGCGGCCTGCTAAGCCGCTGGGGTCCGTCCCCGC GCGGGTTCAAATCCCGCCCCCGGCGCCA

T((((\*\*\*\*\*))))\*C

>tdbD00009941|Sulfolobus\_tokodaii\_str.\_7|273063|Ser|GGA

GCCGGGGTGCCCGAGC--GGTCTAAGGGGGCGGCCTGGAGAGCCGTTGGGGGTTTCCCCGC GCGGGTTCAAGTCCCGCCCCCGGCG---

T((((\*\*\*\*))))\*C

>tdbD00009942|Sulfolobus\_tokodaii\_str.\_7|273063|Ser|TGA

GCCGGGGTGCCCGAGT--GGACTAAGGGGCTGGCCTTGAGAGCCAGTGGGGATCTCCCCGC GCGGGTTCAAATCCCGCCCCCGGCG---

T((((\*\*\*\*))))\*C

>tdbD00009816|Thermoplasma\_acidophilum\_DSM\_1728|273075|Ser|CGA

GTCGGGGTAGCCTAGCCCGGT--AAGGCGGTAGACTCGAGATCTACTGCTCTCGTAGCTC GGGAGTTCAAATCTCCCCCCCGACG---

T(((\*\*\*\*\*)))\*C

>tdbD00009817|Thermoplasma\_acidophilum\_DSM\_1728|273075|Ser|GCT

GCGGGGATGGCCCAGA--GGT--AAGGCGGCAGCCTGCTAAGCTGTTTCTCTTATGAGAGC GTGGGTTCGAATCCCACTCCCCGCG---

T((((\*\*\*\*))))\*C

>tdbD00009818|Thermoplasma\_acidophilum\_DSM\_1728|273075|Ser|GGA

GCTGGGATAGCCTAGCCCGGT--AAGGCGCAGGTCTGGAAAACCTGTGCTCGTATAGAGCTC GGGAGTTCAAATCTCCCTCCCAGCG---

T((((\*\*\*\*\*))))\*C

>tdbD00009819|Thermoplasma\_acidophilum\_DSM\_1728|273075|Ser|TGA

GCCGCGGTGGCCCAGC--GGT--ACGGCGCCAGCCTTGAGAGCTGGTTCCCTTGTGGATC GGGAGTTCGAATCTCCCCCGCGGCG---

T(((\*\*\*\*\*)))\*C

>tdbD00009820|Thermoplasma\_volcanium\_GSS1|273116|Ser|CGA

GTCGGGGTAGCCTAGCCCGGT--AAGGCGGTAGACTCGAGATCTACTGCTCTCGTAGCTC GGGAGTTCAAATCTCCCCCCCGACG---

T(((\*\*\*\*\*)))\*C

>tdbD00009821|Thermoplasma\_volcanium\_GSS1|273116|Ser|GCT

GCGGGGATGGCCCAGT--GGT--AAGGCGGCAGCCTGCTAAGCTGTTTCTCGTATGAGAGC GTGGGTTCGAATCCCACTCCCCGCG---

T((((\*\*\*\*))))\*C

>tdbD00009822|Thermoplasma\_volcanium\_GSS1|273116|Ser|GGA

GCTGGGATAGCCTAGCCTGGT--AAGGCGCAGGTCTGGAAAACCTGTGCTCATTAGAGCTC GGGAGTTCAAATCTCCCTCCCAGCG---

T((((\*\*\*\*))))\*C

>tdbD00009823|Thermoplasma\_volcanium\_GSS1|273116|Ser|TGA

GCCGCGGTGGCCCAGC--GGT--ACGGCGCCAGACTTGAGATCTGGTTCCCTTGTGGATC GGGAGTTCGAATCTCCCCCGCGGCG---

T(((\*\*\*\*\*)))\*C